

Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

Análisis de la mortalidad en lechones de cerdas
hiperprolíficas en la fase de lactación

An analysis of the mortality among hyperprolific
sows' piglets in lactation phase

Autor/es

Leire López de Armentia Osés

Director/es

Emilio Magallón Botaya

José Luis Olleta Castañer

ÍNDICE

1. RESUMEN / ABSTRACT	3
2. INTRODUCCIÓN	3
2.1 Situación actual	3
2.2 Percepción social de la mortalidad en lechones	8
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	9
4. MATERIAL Y MÉTODOS	9
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
5.1 Peso de los lechones y tamaño de camada.....	10
5.2 Duración del parto y orden de nacimiento	11
5.3 Asistencia al parto y asfixia durante el parto	12
5.4 Madurez de los lechones - R.C.I.U (Retraso Crecimiento Intra Uterino)	14
5.5 Calostro	17
5.6 Número de tetas de la cerda.....	20
5.7 Genética	21
5.8 Hipotermia y termorregulación en el recién nacido	22
5.9 Aplastamiento por la cerda	24
5.10 Alojamiento de la cerda (apartado conjunto al anterior?)	25
5.11 Alimentación de la cerda.....	28
6. CONCLUSIONES / CONCLUSIONS	33
7. VALORACIÓN PERSONAL	34
8. BIBLIOGRAFÍA	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de productividad del sector porcino español en 2019. Fuente: BDPorc (2019) ...	4
Tabla 2. Datos de producción en Dinamarca en los últimos años. Fuente: SEGES, 2018.....	7
Tabla 3. Contenido proteico del calostro y de la leche de cerda (Quiles, 2018)	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la mortalidad en lechones pre-destete en España en los últimos años. Fuente: BDPorc (2020)	5
Figura 2. Evolución del número de lechones nacidos vivos por camada en España en los últimos años. Fuente: BDPorc (2020).....	5
Figura 3. Evolución de los lechones nacidos vivos en Dinamarca en los últimos años. Elaboración propia a partir de los datos de SEGES (Danish Pig Research Centre) 2018.....	6
Figura 4. Evolución del porcentaje de mortalidad pre-destete en Dinamarca. Elaboración propia a partir de datos de SEGES (Danish Pig Research Centre), 2018.	6
Figura 5. Gráfico comparativo del número de lechones nacidos vivos/camada en España y en Dinamarca en los últimos años. Elaboración propia a partir de los datos de BDPorc 2020 y SEGES 2018.....	7
Figura 6. Comparativa del porcentaje de mortalidad pre-destete en España y Dinamarca en los últimos años. Elaboración propia a partir de los datos de BDPorc 2020 y SEGES 2018.	8
Figura 7. Curva de supervivencia de los lechones a partir de las primeras 24 horas de vida, según su peso al nacimiento (Quiniou, et al., 2010)	11
Figura 8. Efecto del orden de parto en la mortinatalidad (Lagendijk y Plush, 2019).....	12
Figura 9. Lactato en sangre y pH según orden de nacimiento (Lagendijk y Plush, 2019).....	13
Figura 10. Perfil de un lechón inmaduro (izquierda) y uno maduro (derecha) (Sacy et al.,2010)	15
Figura 11. Ilustraciones de un lechón normal (izquierda) y un lechón con restricción del crecimiento intrauterino, RCIU (derecha). Los criterios para RCIU fueron 1) frente con forma de delfín, 2) ojos exorbitados, 3) arrugas perpendiculares al morro (Hales et al., 2013)	15
Figura 12. Peso relativo de los órganos de los lechones normales, m-RCIU (restricción del crecimiento intrauterino leve) y s-RCIU (restricción del crecimiento intrauterino severo). (Elaboración propia a partir de los datos de Amdi et al., 2013)	16
Figura 13. Clasificación de 252 cerdas reproductoras jóvenes según el número de tetas (Labroue et al., 2001)	21

Figura 14. Porcentaje de mortalidad de los lechones de cerdas CR (que aplastaron a alguno de sus lechones) y NC (no aplastaron a ninguno de sus lechones). (Elaboración propia a partir de los datos del estudio de Johnson et al., 2007) 26

Figura 15. Diagrama esquemático y medidas utilizadas en las jaulas de parto. El área gris representa el tapiz de neopreno y la malla el suelo de rejilla (A, área de lactación de los lechones; B, espacio para tumbarse para la cerda; C, área de descanso de los lechones) (Gu et al., 2010) 28

Figura 16. Tiempo transcurrido entre la expulsión de los lechones desde el nacimiento del primer lechón (Quiniou, 2005)..... 29

1. RESUMEN / ABSTRACT

Resumen

Desde la aparición de las líneas hiperprolíficas, el tamaño de camada sigue una línea ascendente, ligado a una tendencia también ascendente en la mortalidad de los lechones. Esto plantea ciertas preguntas respecto al bienestar animal y contrapone el aparente beneficio productivo y económico con la cuestión de dónde se encuentra el límite de esta creciente prolificidad.

El entramado de los factores causantes de la mortalidad pre-destete debe ser estudiado detenidamente. El peso de los lechones al nacimiento es menor cuanto mayor es el tamaño de camada, y la heterogeneidad de esta es más evidente en las cerdas hiperprolíficas. Además de un mayor porcentaje de mortinatos y una mayor probabilidad de sufrir asfixia durante el parto por el aumento de la duración del parto, el medio exterior también supondrá una dificultad añadida para estos lechones más pequeños, especialmente durante su primera semana de vida.

Debido a que el espacio uterino de la cerda es limitado, en las camadas muy grandes hay una mayor probabilidad de que se produzca el llamado RCIU (Restricción del Crecimiento Intrauterino) en ciertos lechones, lo que supone una dificultad añadida para una buena termorregulación y un correcto encalostramiento.

La disparidad entre el número de tetinas del que dispone fisiológicamente la cerda y el número superior de lechones aumenta la competición entre los compañeros de camada por un mismo objetivo: encalostrarse. Sin la toma de calostro en las primeras horas de vida, combatir la hipotermia postnatal resulta imposible, y el lechón es más propenso a ser aplastado por la cerda y sufrir enfermedades.

En este estudio se analiza en profundidad el delicado equilibrio entre todos los factores que afectan a la mortalidad, siendo conscientes de la necesidad de reducir al máximo posible la mortalidad de los lechones en el sector porcino en un futuro próximo.

Abstract

Since the appearance of the hyperprolific lines, the litter size follows an upward line, linked to an also upward trend in piglet mortality. This raises certain questions regarding animal welfare and contrasts the apparent productive and economic benefit with the question of where the limit of this increasing prolificacy lies.

The network of factors causing preweaning mortality needs to be studied carefully. The larger the litter size, the lower piglet birth weight is and the heterogeneity of the litter is more evident in hyperprolific sows. In addition to a higher percentage of stillbirths and a higher probability of asphyxia during farrowing due to its increased duration, the external environment will also pose an added difficulty for these smaller piglets, especially during their first week of life.

Because the sow's uterine space is limited, in very large litters there is a greater likelihood of so-called IUGR (Intrauterine Growth Restriction) in certain piglets, which is an added difficulty for good thermoregulation and correct colostrum intake.

The disparity between the number of teats physiologically available to the sow and the higher number of piglets increases competition between littermates for the same objective: colostrum intake. Without this intake in the first hours of life, combating post-natal hypothermia is impossible, and the piglet is more likely to be crushed by the sow or to suffer from certain diseases.

This study further analyses the delicate balance between all the factors affecting mortality, being aware of the need to reduce piglet mortality in the pig sector as much as possible in the near future.

2. INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de conseguir un mayor rendimiento productivo y favorecido por la aparición de nuevas herramientas de selección genética la ganadería porcina está consiguiendo, desde hace años, una mayor prolificidad en las cerdas, la cual ha dado lugar a las líneas de cerdas hiperprolíficas. Este concepto es dinámico y va cambiando a lo largo de los años debido a la creciente prolificidad de las mismas. Las cerdas hiperprolíficas se definen como aquellas cerdas capaces de tener tamaños de camada superiores a la media, lo cual implica un número de lechones mayor al que son capaces de criar por sus propios medios. Estas cerdas deben pertenecer, además, a una estirpe genética que cuente con una prolificidad media de más de 15/16 lechones nacidos vivos (Martín, Sheik Al Ard y Magallón, 2017).

El objetivo de este trabajo es conocer en profundidad cuáles son los factores que pueden afectar a la mortalidad de los lechones en la fase de lactación así como obtener información sobre las principales causas de mortalidad pre-destete en lechones de madres hiperprolíficas y su comparación con las cerdas estándar.

Dado que el útero de la cerda dispone de un espacio limitado, estas camadas están compuestas por lechones de un menor tamaño y son, generalmente, más heterogéneas.

¿Cómo puede esto afectar a la supervivencia de los lechones en la lactación? ¿Compromete su posterior crecimiento?

En este trabajo trataremos de resolver estas y otras preguntas.

2.1 Situación actual

El desarrollo de las líneas hiperprolíficas ha traído una mayor productividad. Esto implica una mayor tasa de lechones nacidos vivos por camada pero también un mayor número de lechones nacidos muertos, un menor peso de los lechones al nacimiento y un aumento de la mortalidad nacimiento/destete.

Esta situación ha ido evolucionando durante los últimos años, hasta los datos que manejamos en la actualidad. Para situarnos en el panorama porcino español y danés actual, estudiaremos los datos de estos dos países durante los últimos años, ya que Dinamarca es referencia a nivel mundial en genética porcina.

En primer lugar, vamos a analizar las cifras de España en el año 2019 proporcionadas por el Banco de Datos del Porcino Español (BDPorc), que engloba datos de unas 800.000 cerdas (Tabla

1). Según estas cifras, en España, la media de lechones nacidos vivos por camada fue en el año 2019 de 14,39, llegando hasta los 16,57 lechones nacidos vivos/camada en el 25% de las mejores granjas. Así, la media de lechones destetados por cerda en producción y año fue de 30,08.

La media de partos fue de 2,45 partos/cerda, con una media de 15,74 lechones nacidos totales por camada.

Tabla 1. Datos de productividad del sector porcino español en 2019. (BDPorc, 2019)

	ESPAÑA		
	Peor	Media	Mejor
Núm. total explotaciones	80	583	87
Núm. medio cerdas presentes	1009	1381	1604
Núm. medio cerda. pres. 1ª C.	803	1235	1508
% Altas	49,71	47,78	47,17
Lech. dest/cerda pres y año	16,72	25,4	31,89
Lech. dest/cerda pres 1ª C y año	21	28,42	33,97
Lech. dest/cerda en prod y año	26,32	30,08	35,08
% Abortos	2,34	1,87	1,38
Nacidos totales/camada	14,16	15,74	18,11
Nacidos vivos/camada	12,78	14,39	16,57
Nacidos muertos/camada	1,38	1,35	1,54
Destetados/camada	10,78	12,27	14,26
% Bajas hasta destete sobre NT	18,98	19,47	19,8
Núm. partos/cerda pres y año	1,55	2,07	2,24
Núm. partos/cerda. pres 1ª C y año	1,95	2,32	2,38
Núm. partos/cerda en prod y año	2,44	2,45	2,46
% Repeticiones	17,62	12,91	9,69
Índice Partos	80,45	85,46	89,08
Interv. destete-1ª C	6,46	5,79	5,46
Interv. destete - cub. Fértil	10,17	8,5	7,26
Edad al destete (días)	24	25	25
Intervalo entre partos (días)	150	149	148
Días imp. sin reoría púber. ni baja	11	9	8
Edad al 1er. Parto (días)	399	387	383
Edad cerdas al parto (meses)	25,44	25,99	25,29
Edad cerdas a la baja (meses)	30,72	31,49	31,53
Camadas dest/cerda de baja	3,67	4,34	4,48
Destetados cerda de baja	40,57	52,52	62,23
% Cerdas de baja	42,59	46,32	46,69

En 2019, la tasa media de mortalidad en España sobre los nacidos vivos fue de un 14,75% y de un 19,47% sobre los nacidos totales.

Como se observa en la Figura 1 sobre la evolución de la mortalidad pre-destete sobre los nacidos vivos, el porcentaje de bajas es mayor cada año. Esta mortalidad ascendente está relacionada con un mayor número de lechones nacidos por camada (Figura 2), lechones más pequeños y camadas más heterogéneas, que acaban dando lugar a un mayor número de lechones muertos.

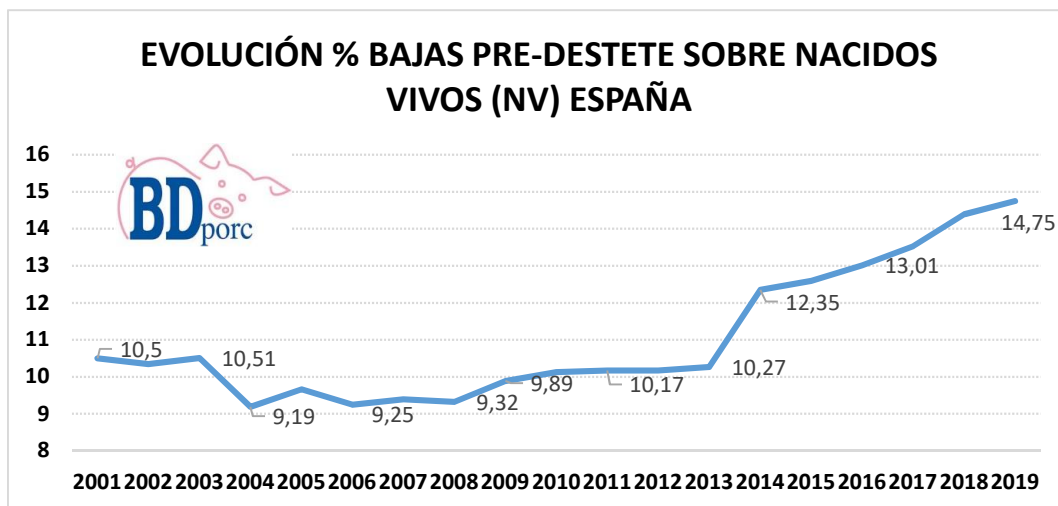


Figura 1. Evolución de la mortalidad en lechones pre-destete en España en los últimos años. Fuente: BDPorc (2020)

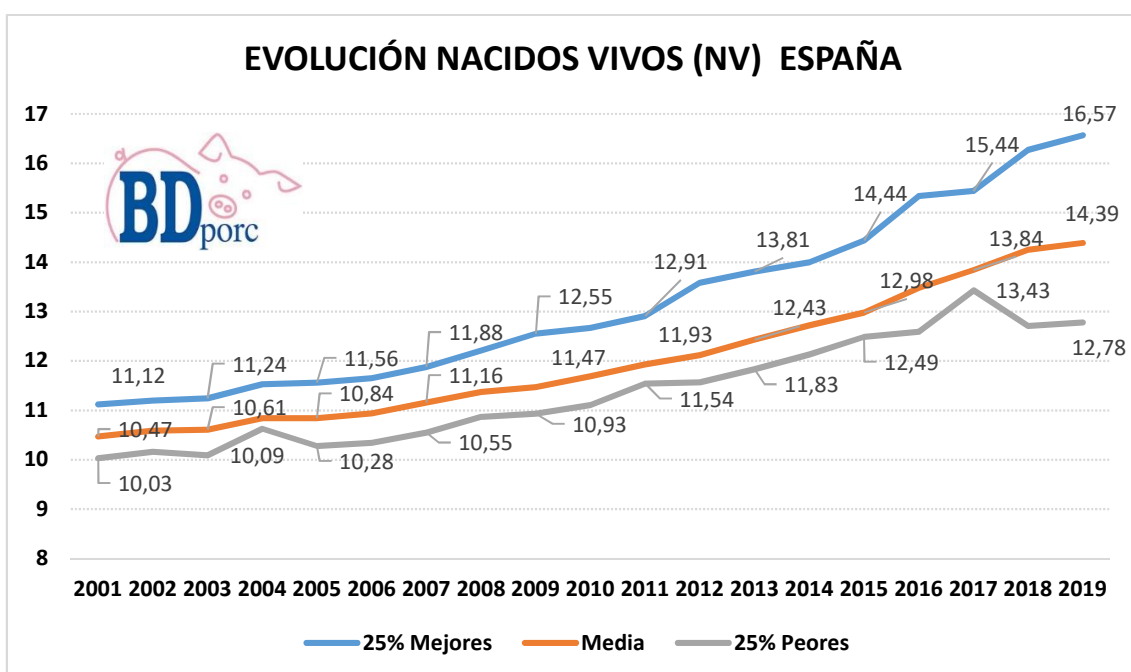


Figura 2. Evolución del número de lechones nacidos vivos por camada en España en los últimos años. Fuente: BDPorc (2020)

A continuación, vamos a comparar con los datos de otro país con un gran peso en la industria porcina y que además es la cuna de las cerdas hiperprolíficas, Dinamarca (Datos SEGES – *Danish Pig Research Centre*).

En los últimos años, el número de lechones nacidos vivos por camada (NV) ha ido aumentando espectacularmente (Figura 3). En 2017, Dinamarca alcanzó una media de 16,9 lechones nacidos vivos por camada (Tabla 2), llegando hasta 17,7 lechones NV por camada en las granjas que pertenecen al rango 25% superior.

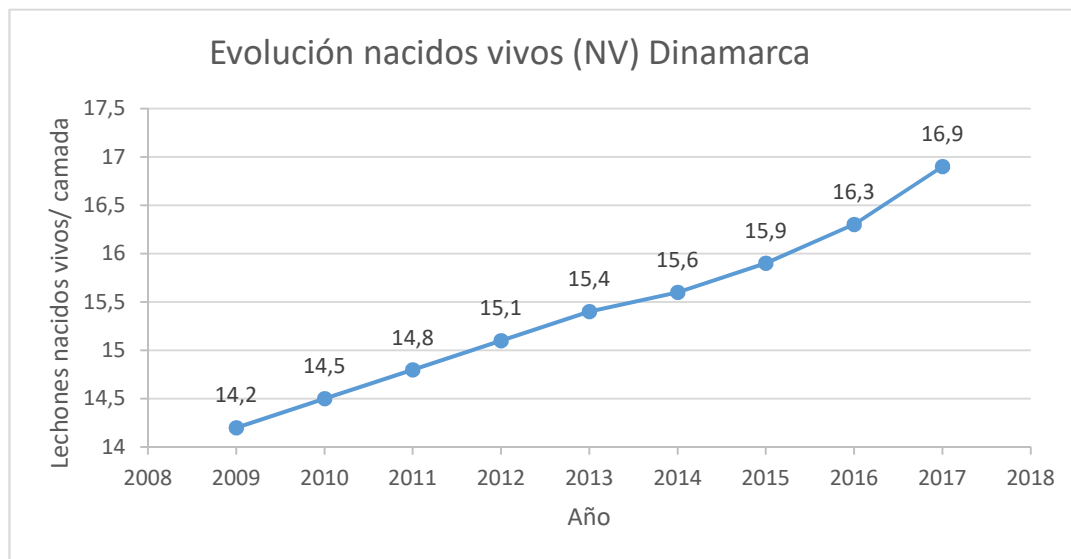


Figura 3. Evolución de los lechones nacidos vivos en Dinamarca en los últimos años. Elaboración propia a partir de los datos de SEGES (Danish Pig Research Centre) 2018.

En Dinamarca, se destetaron una media de 14,6 lechones por camada en 2017, suponiendo una mortalidad pre-destete de un 13,6% y un 21,7% de mortalidad total (Tabla 2). El porcentaje de mortalidad pre-destete ha disminuido en los últimos años en el país danés (Figura 4). Así, la mediana de los lechones destetados por cerda y año en 2017 fue de 33,3. La media de partos por cerda en 2017 fue de 2,28 (Tabla 2).

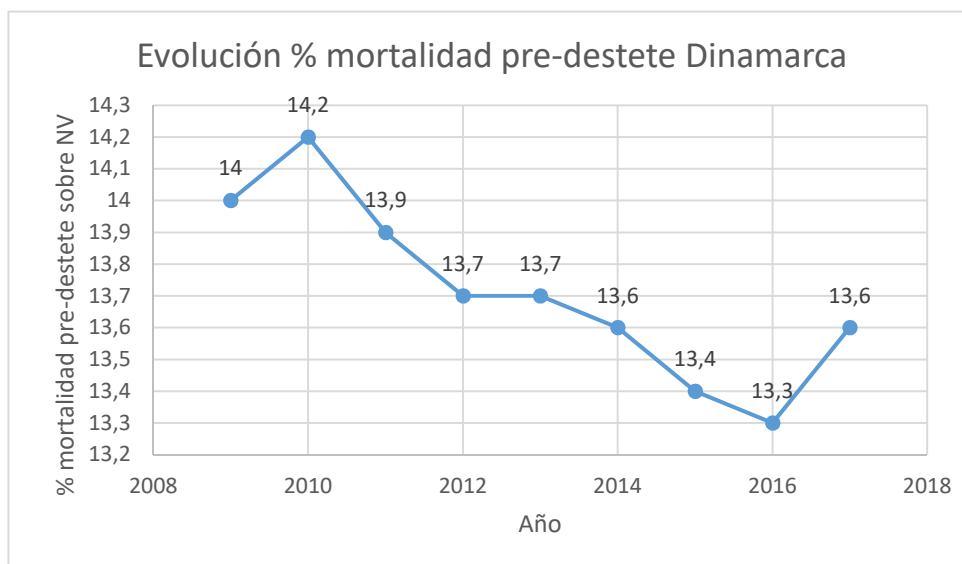


Figura 4. Evolución del porcentaje de mortalidad pre-destete en Dinamarca. Elaboración propia a partir de datos de SEGES 2018.

Tabla 2. Datos de producción en Dinamarca en los últimos años. Fuente: SEGES, 2018.

Period	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	June 2008
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	June 2009
Farms	535	570	459	537	604	629	664	749	666	619
Records for feed consumption	524	543	431	480	577	607	618	694	622	585
KPI										
Sows/year, head	791	767	742	707	680	651	640	615	579	538
Feed units per sow/year	1,472	1,470	1,474	1,507	1,506	1,523	1,538	1,543	1,529	1,520
LITTER RESULTS										
1st parity litters, %	22.7	22.6	23.5	24.3	23.7	23.5	23.9	23.5	23.9	24.7
Born alive/litter, head	16.9	16.3	15.9	15.6	15.4	15.1	14.8	14.5	14.2	14.1
Stillborn/litter, head	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.8
Weaned/litter, head	14.6	14.1	13.8	13.5	13.3	13.1	12.7	12.4	12.2	12.1
Lactation period, days	31	31	30	31	31	31	31	30	31	31
Weaning weight, kg	6.5	6.6	6.8	6.9	7.0	7.0	7.1	7.2	7.4	7.4
Pre-weaning mortality, %	13.6	13.3	13.4	13.6	13.7	13.7	13.9	14.2	14.0	13.9
Total piglet mortality, % ¹	21.7	21.3	21.5	21.9	22.3	22.4	23.0	23.6	24.2	23.9
REPRODUCTION										
Non-productive days/litter	12.4	12.7	13.0	13.6	14.2	14.1	13.8	14.2	14.9	15.3
Weaning to first service, days	5.6	5.7	5.7	5.8	5.9	5.9	6.0	5.9	5.6	5.6
Return rate, %	4.8	5.2	5.3	5.9	6.5	6.1	6.1	6.4	6.6	6.9
Farrowing rate, %	89.2	88.6	88.1	87.2	86.6	87.0	87.3	86.7	86.4	86.0
Weaned pigs/sow/year, head	33.3	32.2	31.4	30.6	30.0	29.6	28.8	28.1	27.5	27.2
Litters/sow/year	2.28	2.27	2.27	2.26	2.25	2.26	2.26	2.26	2.25	2.24

A continuación se presentan dos gráficos comparativos con los datos que disponemos de estos dos países, España y Dinamarca.

Tal y como vemos en la Figura 5, ambos países siguen una dinámica ascendente, alcanzando cada vez un número mayor de lechones nacidos vivos. Como se aprecia en la figura, las cifras en Dinamarca son superiores a las españolas.

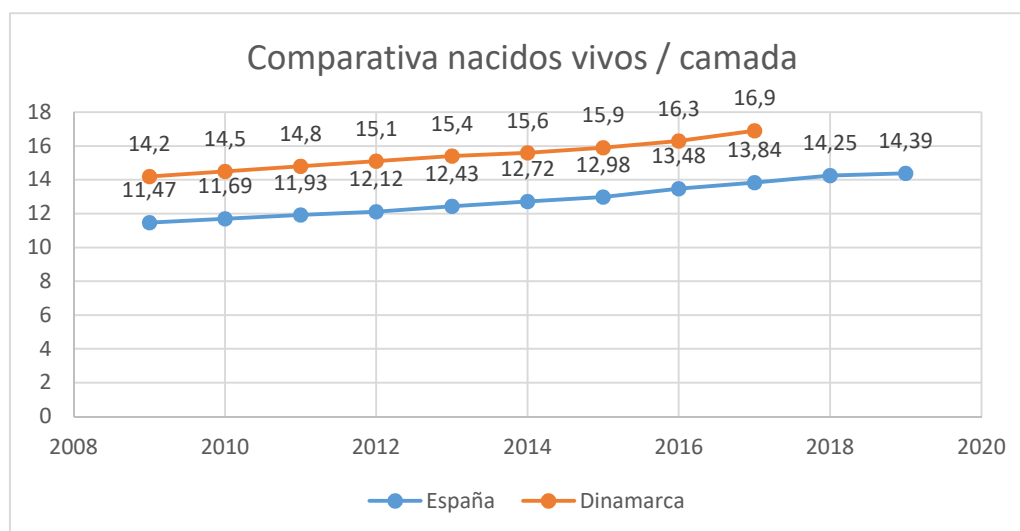


Figura 5. Gráfico comparativo del número de lechones nacidos vivos/camada en España y en Dinamarca en los últimos años. Elaboración propia a partir de los datos de BDPorc 2020 y SEGES 2018.

En cuanto al porcentaje de mortalidad pre-destete (Figura 6) se aprecia que el porcentaje de Dinamarca es superior al de España, aunque el danés sigue una tendencia ligeramente descendente y la del español es ascendente, llegando a igualarse en el 2017.

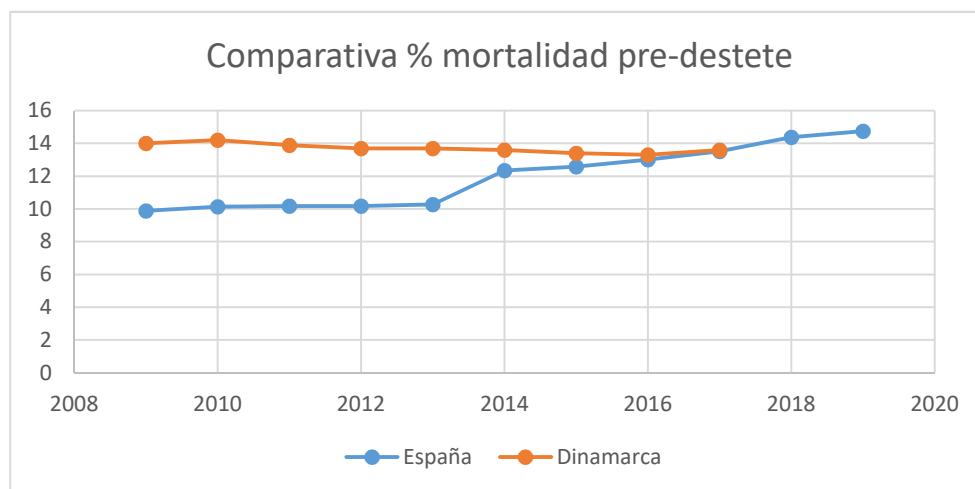


Figura 6. Comparativa del porcentaje de mortalidad pre-destete en España y Dinamarca en los últimos años. Elaboración propia a partir de los datos de BDPorc 2020 y SEGES 2018.

2.2 Percepción social de la mortalidad en lechones

El incremento del número de lechones por camada a niveles tan elevados trae consigo ciertas cuestiones asociadas al bienestar animal. Por una parte, el aumento del total de lechones nacidos está relacionado directamente con el número de lechones nacidos muertos y con el incremento de la mortalidad nacimiento/destete. Esto se debe, en parte, al mayor número de lechones de bajo peso, lo cual influye en su supervivencia y puede tener consecuencias también posteriormente, a lo largo de su crecimiento. Además, al tratarse de camadas muy grandes para un número de tetinas reducido, hay una mayor competencia entre los lechones de la misma camada, siendo los lechones más pequeños los más perjudicados.

Los factores anteriormente mencionados pueden afectar al bienestar animal y plantean un debate ético y social en algunos países del norte de Europa, como por ejemplo Suecia o Dinamarca. Según un trabajo publicado en 2011 por la Universidad de Copenhage (Rutherford, et al., 2011), la cuestión de la mortalidad en camadas de gran tamaño acaparó la atención de los medios de comunicación en 2010, cuando la sociedad de protección animal danesa (Danish Animal Protection Society) destacó que los altos niveles de mortalidad alcanzaban los nueve millones de lechones al año.

Además, esto implica no solo un aumento del número de lechones muertos sino también un mayor ritmo de producción en las cerdas. Por una parte, criar una camada más grande conlleva

un mayor esfuerzo y desgaste para ellas, tanto a nivel de la gestación y del parto como en la lactación. Por otra parte, un gran número de lechones por cerda puede implicar que no sea capaz de sacarlos a todos adelante por sus propios medios, por lo que en algunos casos será necesario trabajar con cerdas nodrizas. Estas son cerdas que, tras destetar a sus lechones, reciben otra camada a la que criar durante el proceso de lactación (es decir, encadenan dos lactaciones), lo que supone un mayor esfuerzo para ellas.

Se contraponen dos posiciones: El aparente beneficio productivo y económico que supone un mayor número de lechones por cerda y año y cómo esta práctica puede poner en entredicho el bienestar animal. Este debate abierto plantea, por tanto, dónde está el límite de las prácticas que los consumidores consideran aceptables y hasta qué punto se debería seguir buscando ese aumento de la prolificidad.

Continuando con el trabajo publicado por la Universidad de Copenhague (Rutherford *et al.*, 2011), el centro danés de investigación porcina (The Pig Research Centre) lanzó una campaña con el objetivo de reducir la mortalidad en lechones en un 20% antes de 2020. En cualquier caso, tanto por razones económicas como éticas, es importante seguir trabajando en el descenso de la mortalidad de los lechones (Olsson, Botermans y Englund, 2018) y en la mejora de las condiciones de producción de las reproductoras.

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Los avances tecnológicos en selección genética en porcino han permitido obtener las llamadas “líneas hiperprolíficas”. Las cerdas que pertenecen a estas líneas tienen tamaños de camada superiores a las cerdas estándar. Sin embargo, la capacidad uterina y placentaria de la cerda es limitada, por lo que estos lechones son más pequeños y hay una mayor heterogeneidad entre los compañeros de camada. El aumento del tamaño de camada trae consigo un aumento de la mortalidad de los lechones y, por tanto, ciertas cuestiones relacionadas con el bienestar animal.

El objetivo de este trabajo es analizar los factores implicados en la mortalidad de los lechones de madres hiperpolíficas durante la fase de lactación, por medio de una revisión bibliográfica.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

El desarrollo del trabajo se basa en una revisión bibliográfica, utilizando principalmente artículos científicos en formato digital encontrados por medio de buscadores especializados como *Google*

Académico o Research Gate y sitios web como *PubMed* o *Science Direct*. También se recurrió al material disponible en la biblioteca de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza y se consultaron las bases de datos de BDPorc y SEGES. En cuanto a la realización de la bibliografía, se utilizó el gestor bibliográfico Mendeley como apoyo.

5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mortalidad predestete en los lechones está influenciada por un gran abanico de factores, estrechamente ligados entre sí y con factores relacionados tanto con las cerdas y con los lechones como con el ambiente en el que se encuentran. A continuación, presentaremos los principales factores que intervienen en la mortalidad predestete.

5.1 Peso de los lechones y tamaño de camada

Uno de los factores clave en la mortalidad es el peso de los lechones al nacimiento, ya que puede comprometer la vida del recién nacido. Distintos estudios indican que la mortalidad es superior en las camadas con lechones más pequeños (caso de las cerdas hiperprolíficas). Además, cuanto mayor sea el tamaño de camada, mayor es la competencia entre los lechones para alimentarse (el número de lechones excede el número de tetinas de la cerda), lo que conlleva un aumento en la mortalidad de estos, así como un menor peso de los lechones a día 1 y un menor crecimiento hasta el destete (Andersen, Nævdal y Bøe, 2011).

En lo referente a la proporción de mortinatos (lechones nacidos muertos), hay estudios que indican que es inferior al 7% en los lechones de más de 1kg al nacimiento, mientras que asciende hasta un 11% en aquellos que pesan entre 600 y 800 gramos (Quiniou, 2010).

Sin embargo, y aunque el parto sea un punto crítico, este no es el único momento en el que el lechón de bajo peso está en desventaja, puesto que tendrá también más dificultades para adaptarse al medio extrauterino. Según Quiniou (2010), de entre los lechones nacidos vivos, el 33% de los que pesan menos de 600 gramos al nacimiento mueren en las primeras 24 horas de vida; así como el 12% de aquellos que pesan entre 600 y 800 gramos. Sin embargo, de los lechones con un peso superior a 800 gramos, el 90% sobrevive al primer día de vida.

La primera semana de vida es uno de los momentos más críticos, y de nuevo en el grupo de lechones de bajo peso la mortalidad será mayor que en el resto. El total de las muertes al nacimiento y durante esta primera semana es del 85% para aquellos que pesan menos de 600 gramos y del 52% para aquellos entre 600 y 800 gramos. (Quiniou, 2010).

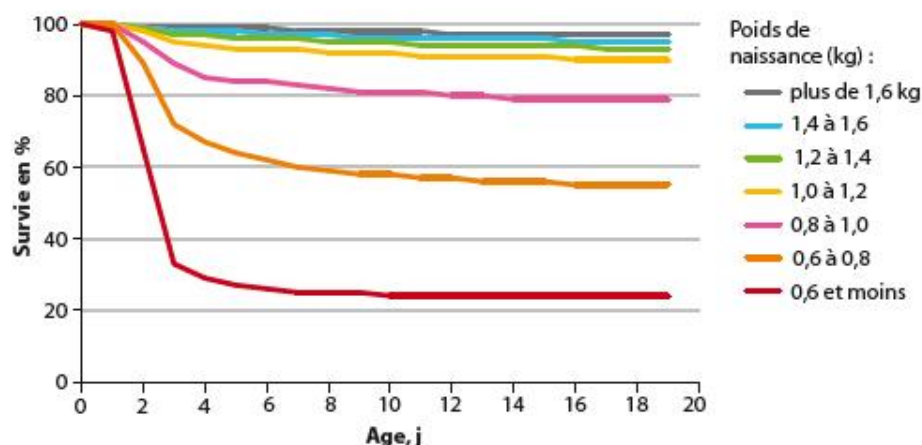


Figura 7. Curva de supervivencia de los lechones a partir de las primeras 24 horas de vida, según su peso al nacimiento (Quiniou, et al., 2010)

5.2 Duración del parto y orden de nacimiento

La duración del parto está influenciada por diversos factores, como el ejercicio durante la gestación, el número de parto de la cerda, la condición corporal de esta, la temperatura del medio, el estrés o el tamaño de camada (Edwards, 2002). Un aumento en el tamaño de camada implica una mayor duración del parto, lo que puede afectar negativamente tanto a la cerda como a los lechones, especialmente a los últimos en nacer (Oliviero, Junnikkala y Peltoniemi, 2019).

Con el desarrollo de las líneas hiperprolíficas, la duración del parto se ha visto considerablemente incrementada. En el año 2004, la media de la duración del parto era de 133 minutos, mientras que en un estudio realizado en 2017, se confirmó un incremento hasta una media de 411 minutos (Björkman *et al.*, 2017).

En este mismo estudio, Björkman *et al.* (2017) observaron que las cerdas con partos más largos fueron, en general, las que más tardaron en expulsar la placenta.

Un tiempo más prolongado en el útero durante el parto aumenta el riesgo de mortinatos y la probabilidad de que los lechones sean aplastados por la cerda. También aumenta la probabilidad de que los lechones sufran algún tipo de daño con repercusiones en su posterior supervivencia o rendimiento productivo (Björkman *et al.*, 2017; Oliviero, Junnikkala y Peltoniemi, 2019). Según los estudios de Herpin *et al.* (1996) y Lagendijk y Plush (2019), los lechones nacidos durante el primer tercio del parto son más viables que aquellos nacidos en los 2 últimos tercios (ver Figura 8).

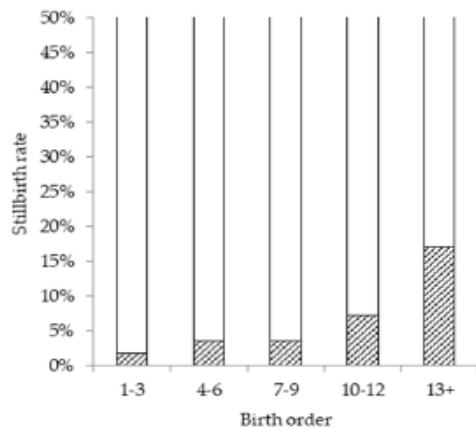


Figura 8. Efecto del orden de parto en la mortinatalidad (Langendijk y Plush, 2019)

Esto probablemente se deba a que las contracciones durante el parto reducen la oxigenación de los lechones que aún quedan por nacer. Episodios repetidos de obstrucción en el riego sanguíneo puede conllevar la puesta en marcha del metabolismo anaerobio, lo que aumenta el nivel de lactato en la sangre fetal, así como una bajada del pH sanguíneo (Langendijk y Plush, 2019). Además, a medida que avanza el parto, aumenta el riesgo de desprendimiento de placenta y de ruptura del cordón umbilical, lo que puede resultar fatal para el lechón (Herpin *et al.*, 1996; Langendijk y Plush, 2019). La ruptura prematura del cordón umbilical aumenta tanto la presencia de mortinatos como la mortalidad de los lechones que nacen vivos (Panzardi *et al.*, 2013; Rootwelt *et al.*, 2013). Un 94% de los mortinatos tenían el cordón umbilical roto al nacimiento según Panzardi *et al.* (2013). La ruptura del cordón durante el parto aumenta las probabilidades de morir antes del destete (Rootwelt *et al.*, 2013) y en particular en los primeros tres días tras el nacimiento (Panzardi *et al.*, 2013).

Además, altos niveles de estrés en la cerda, tanto agudos (posiblemente debido a una inhibición de la liberación de oxitocina) como crónicos, pueden tener un efecto negativo en la duración del parto y la mortalidad de los lechones (Edwards, 2002; Oliviero *et al.*, 2008). Según este estudio de Oliviero *et al.* (2008), el sistema de alojamiento de la cerda es uno de los factores que puede influir en los niveles de oxitocina durante el parto.

En el caso de las cerdas hiperprolíficas, al tratarse de camadas tan grandes, la duración del parto tiene una especial importancia para la supervivencia de los lechones (Giraudó *et al.*, 2011).

5.3 Asistencia al parto y asfixia durante el parto

La asistencia al parto en las cerdas hiperprolíficas puede ser determinante en la supervivencia de algunos lechones, particularmente en los últimos en nacer, ya que se trata de partos más largos y que conllevan un mayor agotamiento de la cerda.

Se ha visto que la presentación posterior está asociada a un mayor grado de asfixia y una mayor mortalidad (Herpin *et al.*, 1996; Muns, 2013). Según Herpin *et al.* (1996), el 64% de los lechones que nacieron en presentación posterior murieron antes de los 10 días de vida.

Aunque la asfixia durante el parto no está necesariamente asociada a la mortalidad de los lechones, puede comprometer su posterior supervivencia, ya que podría afectar a sus funciones vitales, retrasando su encalostramiento y dificultando la termorregulación. Herpin *et al.* (1996) afirman que existe una estrecha relación entre el grado de asfixia, el tiempo que tarda el lechón en encalostrarse y la temperatura rectal a las 24 horas. El tiempo que el lechón tarda en mamar por primera vez está influido por el peso al nacimiento, así como por la presión parcial de dióxido de carbono en sangre (pCO_2) y el pH, ambos indicadores de asfixia intrauterina. Cuanto mayor es la pCO_2 y menor es el pH, el lechón tarda más tiempo en tetar (Herpin *et al.*, 1996; Edwards, 2002). Aquellos lechones con una menor vitalidad, tardan más tiempo en encalostrarse y ven así disminuidas sus posibilidades de supervivencia (Edwards, 2002).

Sin embargo, la temperatura rectal a la hora de vida es un indicador en el que hay cierta controversia. Alonso-Spilsbury *et al.* (2007) afirman que los lechones que sufren asfixia durante el parto tienen una menor temperatura rectal a la hora de vida. Por el contrario, Muns *et al.* (2014) defienden que es improbable que una menor temperatura rectal a 1 hora de vida sea causada por la asfixia, puesto que en su estudio fueron los lechones de las cerdas con partos menos largos los que presentaron estas temperaturas rectales más bajas tras el parto. Estos últimos proponen que este hecho podría estar relacionado con una menor concentración de las hormonas tiroideas en lechones de partos menos largos, puesto que estas aumentan el metabolismo y la termogénesis.

Algunos indicadores de asfixia en sangre en el que varios autores coinciden (Herpin, Damon y Le Dividich, 2002; Giraudo *et al.*, 2011; Rootwelt *et al.*, 2013; Langendijk y Plush, 2019) son la concentración de lactato sanguíneo y de glucosa (Figura 9). Herpin *et al.* (2002) observaron que en lechones que habían sufrido asfixia los niveles de ambos eran más altos.

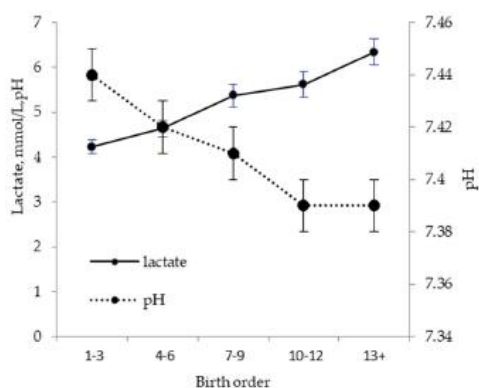


Figura 9. Lactato en sangre y pH según orden de nacimiento (Langendijk y Plush, 2019)

Además, altos niveles de glucosa en sangre están correlacionados con altos niveles de catecolaminas (epinefrina y norepinefrina), que también aumentan como consecuencia de la estimulación del sistema simpatoadrenal por la asfixia durante el parto. Esto puede conllevar un efecto negativo sobre el sistema nervioso central (daño endotelial de los capilares cerebrales) y acidosis (Herpin et al., 1996). Rootwelt et al. (2013) también mencionan este hecho, en cuyo estudio se explica que los lechones que sobreviven a una situación de hipoxia durante el parto sufren un fallo de energía retardado a las 24-48h, por lo que no es hasta unos días más tarde cuando tiene lugar la muerte neuronal.

Sin embargo, otro estudio (Panzardi *et al.*, 2013) demostró que una baja concentración de glucosa también estaba relacionada con una mayor mortalidad en la primera semana de vida, debido a que es indicadora de bajas reservas de glucógeno, relacionado con una mayor mortalidad.

Panzardi *et al.* (2013) también establecieron una relación entre la glucosa en sangre de los lechones y la duración del parto. Los partos de los lechones con niveles de glucosa más altos al nacimiento (1589g respecto a 1494g) fueron los de mayor duración (105.0 mins frente a 93.2 mins). Esto podría indicar un mayor estrés durante el parto debido a una desproporción fetopélvica por la presencia de lechones de gran tamaño (Panzardi *et al.*, 2013).

5.4 Madurez de los lechones - R.C.I.U (Retraso Crecimiento Intra Uterino)

El grado de madurez de los lechones en el momento del nacimiento es un factor determinante para su supervivencia. En el caso de las cerdas hiperprolíficas, ocurre la implantación de un mayor número de embriones del que el útero es capaz de albergar, lo que da lugar en ciertos lechones al llamado RCIU (Restricción del Crecimiento Intrauterino), que serán más inmaduros (Santomá y Pontes, 2011).

En este aspecto cabe remarcar que no se trata solo del límite de espacio físico que tiene el útero de la cerda, sino también de la eficiencia placentaria, es decir, la capacidad de aporte de nutrientes e intercambio gaseoso entre madre y feto (Edwards, 2002; Santomá y Pontes, 2011)

La superficie de contacto con el endometrio uterino durante la gestación es un factor determinante de cara a la supervivencia tras el nacimiento, según indica un estudio de Rootwelt *et al.* (2013), en el que se demuestra la asociación entre el área placentaria, el peso de la placenta y el peso del lechón al nacimiento. En este estudio, además, se establece una correlación positiva entre área placentaria, peso de la placenta y concentración de albúmina a día 1 de vida, a su vez asociada a la supervivencia hasta el destete. Esto parece indicar que la

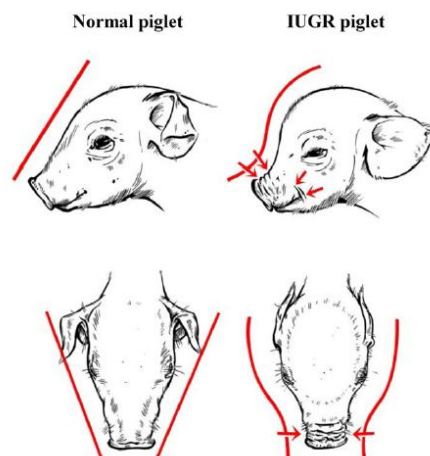
capacidad uterina tiene un límite superior a partir del cual la supervivencia de los lechones puede verse comprometida (Rootwelt *et al.*, 2013).

El grado de madurez de los lechones a menudo está relacionado con un menor peso corporal, pero no únicamente, por lo que el hecho de que un lechón tenga bajo peso no será suficiente para determinar que se trata de un lechón inmaduro. Sin embargo, sí que hay ciertas características que nos pueden ayudar a diferenciarlos. Por una parte, su aspecto externo es diferente: tienen una cabeza grande en proporción al cuerpo, el cráneo abombado, los ojos exorbitados y un aumento de arrugas (Figuras 10 y 11). La forma de la cabeza sí que resulta ser un buen indicador para reconocer a los lechones nacidos con RCIU e identificar así a aquellos que necesitarán ser suplementados en calostro (Amdi *et al.*, 2013; Hales *et al.*, 2013).



Figura 10. Perfil de un lechón inmaduro (izquierda) y uno maduro (derecha) (Sacy *et al.*, 2010)

Figura 11. Ilustraciones de un lechón normal (izquierda) y un lechón con restricción del crecimiento intrauterino, RCIU (derecha). Los criterios para RCIU fueron 1) frente con forma de delfín, 2) ojos exorbitados, 3) arrugas perpendiculares al morro (Hales *et al.*, 2013)



Además, tanto los ratios cerebro/hígado como cerebro/pulmones son mayores en el caso de los lechones inmaduros (Sacy *et al.*, 2010; Amdi *et al.*, 2013). Su comportamiento también difiere del de sus hermanos: están generalmente tumbados, apartados del resto y a menudo chillan sin razón aparente (Sacy *et al.*, 2010).

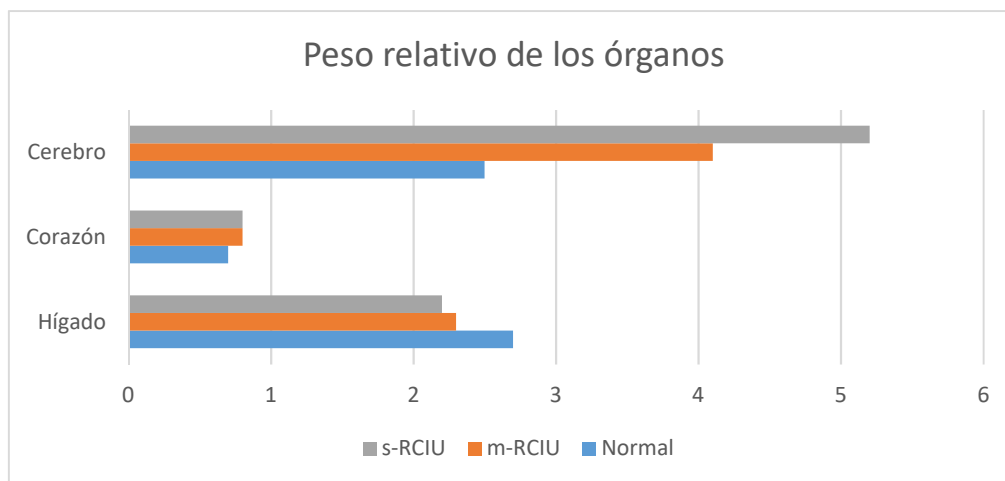


Figura 12. Peso relativo de los órganos de los lechones normales, m-RCIU (restricción del crecimiento intrauterino leve) y s-RCIU (restricción del crecimiento intrauterino severo). (Elaboración propia a partir de los datos de Amdi et al., 2013)

En un estudio de Amdi *et al.* (2013), los lechones con RCIU severo presentaron un peso relativo mayor del cerebro y del corazón, así como un peso relativo menor del hígado que los lechones normales (Figura 12). En los lechones con un RCIU ligero también se presentaron estas diferencias, aunque a menor escala. Por lo tanto, el ratio cerebro/corazón resultó ser mayor en los lechones con RCIU severo, intermedio en los RCIU ligero y menor en los lechones normales (6.2, 5.2 y 3.6, respectivamente).

Estos lechones tienen una mayor dificultad para encalostrarse correctamente (Amdi *et al.*, 2013) y mayor probabilidad de morir en los primeros días de vida, momento más crítico para su supervivencia (Hales *et al.*, 2013).

Además, esta inmadurez condicionará negativamente al lechón durante toda su vida, restringiendo su potencial de crecimiento y conversión alimenticia. También influirá sobre factores como el desarrollo del sistema inmunitario (tratándose de animales con mayor propensión a enfermedades), su respuesta al estrés y su capacidad reproductiva. Por ello, se desecharán como futuras reproductoras aquellas que nazcan con un peso demasiado bajo (Santomá y Pontes, 2011).

Estos autores también indican que una de las claves para conseguir un buen desarrollo fetal limitar la pérdida de condición corporal de la cerda durante la lactación precedente, además de una selección de las cerdas según la longitud de los cuernos uterinos.

5.5 Calostro

La ingesta de calostro por parte del recién nacido es vital para su supervivencia, no solo por su importante función en la termorregulación (le aporta la energía necesaria para ello), sino también por su alto contenido en inmunoglobulinas, lo que le proporciona al lechón inmunidad pasiva. Además, también estimula el crecimiento y la maduración del intestino (Quesnel, Farmer y Devillers, 2012).

Tal y como vemos en la Tabla 3, el calostro contiene un alto nivel de proteínas, especialmente de inmunoglobulinas (Ig), y un menor contenido en lactosa y lípidos que la leche (Quesnel, Farmer y Devillers, 2012).

Tabla 3. Contenido proteico del calostro y de la leche de cerda (Quiles, 2018)

	Calostro ¹	Leche ²
Proteínas totales (g/100 g de leche)	15,14	5,47
Caseína (g/100 g de leche)	1,48	2,74
Proteínas séricas (g/100 g de leche)	14,75	2,22
Seroalbúmina (mg/100 g de leche)	15,79	4,61
Inmunoglobulina G	95,60	0,90
Inmunoglobulina A	21,20	5,30
Inmunoglobulina M	9,10	1,40
Lactoferrina (mg/100 g de leche)	1.200	< 100

La placenta de la cerda es de tipo epitelio-corial (Oliviero, Junnikkala y Peltoniemi, 2019), lo que implica que los lechones nacen con una inmunidad funcionalmente inmadura y esto hace imprescindible la toma de calostro en las primeras horas para poder sobrevivir. La concentración de Inmunoglobulinas G (IgG), que depende de la toma de calostro, y la de albumina en sangre a 1 día de vida fueron menores en los lechones que murieron antes del destete, según estudios de Devillers *et al.* (2005) y Rootwelt *et al.* (2013).

En las primeras 12 horas de vida, la mitad del glucógeno muscular y parte del glucógeno hepático será consumido, por lo que es vital que el lechón consiga suplir esta fuente lo antes posible, mediante la ingestión de calostro. El primer amamantamiento con éxito debe ocurrir dentro de las dos primeras horas post-parto, ya que de lo contrario se compromete la vida del lechón. Normalmente tiene lugar en la primera media hora de vida (Quiles, 2018).

Una mortalidad temprana está principalmente relacionada con un bajo consumo de calostro (Quesnel, Farmer y Devillers, 2012). Quiles (2018) afirma que el 75% de los lechones nacidos vivos que mueren, lo hacen antes de consumir el calostro de la madre. Esta afirmación coincide con los resultados de Devillers *et al.* (2005), en los que el consumo de calostro de los lechones que mueren antes de los 3 primeros días de vida es 5 veces inferior al resto. Además, también son de un menor tamaño.

La ingesta de calostro en el primer día de vida está entre 210g y 400g (Quiles, 2018). Esta varía según diferentes factores, entre los que podemos encontrar la Tª ambiente, el tamaño de la camada o el peso de los lechones al nacimiento. Por cada 100 gramos más de peso vivo, los lechones ingieren alrededor de 27g más de calostro (Devillers *et al.*, 2005).

Se considera que un consumo mínimo de 200g durante el primer día de vida ayuda a limitar la mortalidad (Devillers *et al.*, 2005, 2007; Quesnel, Farmer y Devillers, 2012), aunque se recomienda un consumo de 180g/kg de peso al nacimiento para conseguir una buena salud y crecimiento pre- y post-destete (Quesnel, Farmer y Devillers, 2012). En efecto, un estudio de Devillers, LeDivich y Prunier (2011) mostró que aquellos lechones que ingirieron menos de 200 gramos de calostro tuvieron una tasa de mortalidad de 43,4%, mientras que solo fue de 7,1% en aquellos que consumieron más de 200 gramos. El consumo de calostro en las primeras horas de vida tiene un efecto a largo plazo e incluso condiciona el crecimiento más allá del destete (Devillers, Le Dividich y Prunier, 2011). Según su estudio, los lechones que ingirieron más de 290 gramos pesaron 2kg más a las 6 semanas de edad. De hecho, en este mismo estudio, se encontró que las concentraciones plasmáticas de IgG a las 24 horas de vida y aquellas en el momento del destete están correlacionadas positivamente. Aún así, es difícil determinar si la proporción de IgG presentes en plasma viene del propio calostro (Devillers, Le Dividich y Prunier, 2011).

El aumento del tamaño de camada influye negativamente en el consumo de calostro por parte de los lechones. Por cada lechón nacido vivo adicional, la media del consumo de calostro por lechón desciende en 9 gramos. De la misma manera, también está asociado a un consumo de calostro más heterogéneo entre los lechones (0,99% mayor de heterogeneidad en el consumo de calostro por cada lechón nacido vivo) (Declerck *et al.*, 2017). Además, existen algunos factores que tienen una influencia negativa directa en el consumo de calostro, como los lechones nacidos con splay-leg (problemas de locomoción y por tanto mayor dificultad para alcanzar la tetina), dificultades respiratorias o lechones que hayan sufrido ruptura del cordón umbilical durante el parto, lo que implica menor vitalidad tras el nacimiento en estos dos últimos casos (Devillers *et al.*, 2005).

El orden de nacimiento de los lechones no tiene por qué influir en el consumo de calostro, pero a veces sí que existe una relación entre este y la concentración plasmática de IgG a las 24 horas de vida. Esto se debe a que la concentración de IgG en el calostro disminuye rápidamente tras el inicio del parto, llegando a unos niveles de entorno al 20% tras 4 horas desde el inicio de este. En partos largos que superan las 4 o 5 horas cabe la posibilidad de que los últimos lechones de la camada reciban un calostro menos rico en IgG. Además, los partos largos a menudo derivan en situaciones de asfixia durante el parto, lo que reduce la vitalidad de los lechones al nacimiento y, en consecuencia, sus oportunidades para alcanzar una tetina en la que encalostrarse (Devillers *et al.*, 2007). La vitalidad al nacimiento es, en efecto, el primer factor que afecta al consumo de calostro (Edwards, 2002; Devillers *et al.*, 2007; Quesnel, Farmer y Devillers, 2012).

La producción de calostro por parte de la cerda también influye a nivel individual (Devillers *et al.*, 2005; Quiles, 2018). Según un estudio realizado por Devillers *et al.* (2005), esta oscila entre 2000 y 5000 gramos. Sin embargo, la calidad del calostro de cerdas con altos niveles de producción es similar al resto, tanto inmunológica como nutritivamente. Por lo tanto, a pesar de que la concentración en IgG varía mucho de una cerda a otra, resulta independiente de la cantidad de calostro producida. Cabe destacar que el tamaño de camada no está directamente relacionado con la producción de calostro, por lo que en caso de camadas de gran tamaño, la cantidad de calostro disponible por lechón es menor (Devillers *et al.*, 2005, 2007; Andersen, Nævdal y Bøe, 2011; Quesnel, Farmer y Devillers, 2012). Esto conlleva una mayor lucha entre los lechones de la misma camada, que resulta aún más marcada en el caso de las cerdas hiperprolíficas.

Por el contrario, provocar el parto sí que parece tener una influencia significativa en la producción de calostro. Aquellas cerdas en las que se ha inducido el parto tienen una producción significativamente menor (Devillers *et al.*, 2005). Así, el consumo de calostro de los lechones de cerdas a las que se les administra oxitocina durante el parto es menor y hay una mayor heterogeneidad en el consumo de calostro dentro de la camada (Declerck *et al.*, 2017). Sin embargo, la inducción del parto se suele dar en cerdas cuya gestación es más larga, por lo que se trata de lechones de mayor peso. Estos tres factores (inducción del parto, duración de la gestación y peso del lechón) deberían ser estudiados por separado, para conocer con mayor profundidad la influencia de cada uno de ellos (Devillers *et al.*, 2005). Según un estudio de Declerck *et al.* (2017), la duración del parto no es un factor que afecte al consumo de calostro por parte de los lechones. No se ha demostrado que el peso corporal de la cerda tenga ninguna influencia en la producción de calostro, pero sí que lo hace el número de partos, siendo las

cerdas de 2º y 3º parto quienes mayor cantidad de calostro producen, y las primerizas las que tienen unos niveles de producción más bajos (Devillers *et al.*, 2007).

Otro factor que parece determinar la producción de calostro es la presencia de mortinatos en la camada, haciendo descender la producción (Quesnel, Farmer y Devillers, 2012).

La propia morfología de la cerda y la de sus tetinas también tienen influencia en la cantidad de calostro consumida por los lechones. Se observa un mayor tamaño corporal en las cerdas con un mayor número de partos, hasta el sexto (McGlone *et al.*, 2004; Vasdal y Andersen, 2012). Esto provoca que el acceso a las tetinas para encalostrarse sea más difícil para los lechones (porque las tetinas superiores están demasiado altas para el alcance de estos tras el nacimiento, y las inferiores resultan demasiado cercanas al suelo) (Vasdal y Andersen, 2012). Según este mismo estudio (Vasdal y Andersen, 2012) el 46,5% de las tetinas funcionales fueron utilizadas en cerdas de primer o segundo parto, mientras que en las cerdas de tercer a quinto parto, los lechones solo se encalostraron en el 41% de las tetinas funcionales. Solo un 10% de los lechones consiguieron acceder a las tetinas inferiores en cerdas de 3-5 partos. Los lechones que tataron de las superiores, lo hicieron en un tiempo menor desde el parto, además de lograr una mayor ganancia de peso en el primer día de vida.

De esta manera, el tiempo transcurrido entre el nacimiento y el encalostramiento fue mayor en las cerdas de varios partos que en cerdas de primer o segundo parto. La ganancia de peso de los lechones durante el primer día de vida fue mayor en las camadas de cerdas de pocos partos (Vasdal y Andersen, 2012).

El desarrollo mamario, por su parte, también tiene impacto en la producción de calostro, al igual que lo hace con la producción de leche. Este viene influido tanto por factores genéticos como por otros factores, como la nutrición y el estado endocrino de la cerda. Un peso demasiado alto al final de la gestación tiene, por ejemplo, efectos negativos en el desarrollo de la glándula mamaria. Además, también el contenido energético y proteico de la ración tiene repercusión. En efecto, parece que una alimentación con un alto contenido energético puede limitar el desarrollo mamario. Sin embargo, una restricción de la ración en la etapa pre-puberal de las cerdas, también restringe la capacidad de desarrollo mamario (Quesnel, Farmer y Devillers, 2012).

5.6 Número de tetinas de la cerda

En el escenario actual de continuo crecimiento del tamaño de camada, la disparidad entre el número de tetinas que tiene la cerda y el número de lechones supone un problema. Las cerdas

domésticas tienen un número de tetinas variable entre 13 y 17 (siendo la media 15 por cerda) (Vasdal *et al.*, 2011).

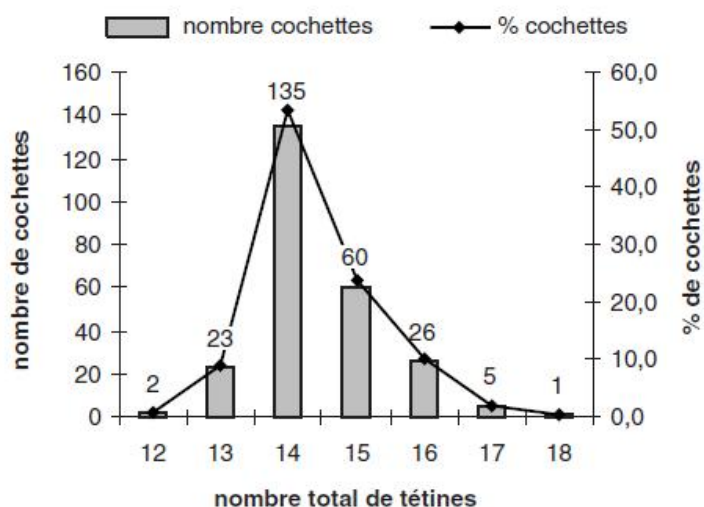


Figura 13. Clasificación de 252 cerdas reproductoras jóvenes según el número de tetas (Labroue *et al.*, 2001)

Según un estudio de Labroue *et al.* (2001) en el que se trabajó con una muestra de 252 cerdas jóvenes, un 53,6% de las cerdas tienen 14 tetinas, el 35% tienen 15 o más y solo el 10% tienen 13 tetinas o menos (ver Figura 13).

Esto da lugar a una competencia mayor entre los lechones, llevando a un aumento de mortalidad (Andersen, Nævdal y Bøe, 2011) y a la necesidad de utilizar cerdas nodrizas para sacar adelante al mayor número posible de lechones.

Un número mayor de lechones que de tetinas puede estar relacionado con un aumento de lesiones mamarias, como heridas o úlceras, causadas por los dientes de los lechones que pueden infectarse por bacterias presentes en el medio, sobre todo en cerdas de más partos (Oliviero *et al.*, 2019).

5.7 Genética

El efecto de la línea genética parece jugar un papel en la termorregulación y supervivencia del lechón, principalmente por su relación con el grado de madurez al nacimiento de los lechones de cada línea. Este es el caso de la raza Meishan cuyos lechones, al parecer, tienen una mayor resistencia al frío (Le Divich *et al.*, 1991; Quiles, 2018). Esto se explica por el hecho de que los lechones Meishan nacen con una mayor madurez fisiológica que aquellos de la raza Large White (Herpin, Le Dividich y Amaral, 1993; Quiles, 2018). Además, el calostro de estas cerdas tiene un mayor contenido en grasa (Quiles, 2018) y los lechones tienen mayores reservas lipídicas y un mejor pelaje protector al nacimiento (Herpin, Le Dividich y Amaral, 1993).

La diferencia en el consumo de calostro es significativo de unas razas a otras. Así, los lechones de estirpes comerciales Topigs o Hypor mostraron un mayor consumo de calostro en un estudio de Declerck *et al.* (2017) que aquellos de estirpe Danbred, para un mismo peso al nacimiento. Además, la genética también tiene influencia en la relación entre peso al nacimiento y consumo de calostro. En el caso de las estirpes Topigs y Hypor, el mismo aumento del peso del lechón al nacimiento se relaciona con un mayor incremento en el consumo de calostro. Esta diferencia puede estar relacionada con factores ligados a cada línea genética, como el tamaño de camada, la morfología de la teta o el acceso a ellas (Declerck *et al.*, 2017).

5.8 Hipotermia y termorregulación en el recién nacido

La hipotermia es una de las principales causas implicadas en la mortalidad neonatal en lechones, ya que los debilita y los predispone a otras causas de muerte; principalmente hambre, aplastamiento o enfermedades (Kammersgaard, Pedersen y Jorgensen, 2011).

La termorregulación para hacer frente a esta hipotermia inicial es uno de los puntos más críticos en la supervivencia del lechón, debido a que este pasa de estar en un ambiente cálido a enfrentarse al medio ambiente, que puede suponer una diferencia de T^a de unos 15-20°C (Herpin, Damon y Le Dividich, 2002; Kammersgaard, Pedersen y Jorgensen, 2011). La zona termoneutra de los lechones recién nacidos es bastante estrecha y elevada (30-35°C) (Quiles, 2018), por lo que esto provoca un fuerte descenso de la temperatura corporal en el lechón recién nacido, a la que es necesario que haga frente para poder sobrevivir.

Sin embargo, la capacidad de termorregulación de los lechones recién nacidos es escasa (Andersen y Pedersen, 2016; Quiles, 2018). Esto se debe a varias razones, entre las que se encuentran la baja disponibilidad de reservas al nacimiento, su escaso pelo (lo cual implica que la piloerección no sea una técnica efectiva para mantener el calor en este caso), su fina piel y una húmeda superficie corporal tras el nacimiento (Malmkvist *et al.*, 2006; Kammersgaard, Pedersen y Jorgensen, 2011; Quiles, 2018).

Para empezar, la cantidad de grasa con la que los lechones nacen no solo es muy pequeña sino que además se trata de grasa que no pueden utilizar para la termorregulación. Esto se debe a que está principalmente en forma de fosfolípidos, y los lechones no disponen de tejido adiposo pardo en el momento del nacimiento. Las reservas de glúcidos también son escasas (30-35 g/kg peso vivo), y están en su mayor parte en forma de glucógeno muscular (el glucógeno hepático solo representa el 10%). Además, su catabolismo proteico es prácticamente nulo incluso en condiciones de ayuno (Quiles, 2018).

Por ello, los lechones deben buscar estrategias, como la producción de calor mediante temblor o el “apiñamiento” con sus compañeros de camada, así como otras reacciones posturales. Todas ellas ayudan a reducir las pérdidas de calor, por lo que son muy útiles para contribuir a la termorregulación del lechón (Hrupka *et al.*, 2000; Malmkvist *et al.*, 2006). Además, el lechón utilizará el glucógeno del que dispone al nacimiento como fuente de energía para su termorregulación durante las primeras horas de vida. Esta energía también será útil para tener cierta actividad y poder acercarse a la madre y consumir calostro (Quiles, 2018).

Uno de los factores que marcará la diferencia también en este aspecto es el peso corporal al nacimiento, siendo los lechones más pequeños los que más problemas tendrán para llevar a cabo una termorregulación eficaz. Esto se debe a que la superficie corporal es proporcionalmente mayor a la masa corporal en los lechones pequeños (es decir, el ratio superficie/masa corporal es mayor en el caso de los lechones pequeños), lo que provoca que la pérdida de calor sea mayor (Herpin, Damon y Le Dividich, 2002; Kammergaard, Pedersen y Jorgensen, 2011; Andersen y Pedersen, 2016; Quiles, 2018). Según un estudio de Kammergaard *et al.* (2011), los lechones que presentaron una menor temperatura rectal a las 2h de vida fueron a menudo aquellos de menor peso corporal. Además, estos lechones de menor peso, que tienen menos reservas energéticas, tardan más en alcanzar la tetina (Kammergaard, Pedersen y Jorgensen, 2011; Quiles, 2018) y están en desventaja en la competición por ellas con respecto a sus compañeros de camada (Fraser y Rushen, 1992). Por lo tanto, consumen menos calostro y leche, y esto puede repercutir negativamente en su capacidad de termorregulación (Herpin *et al.*, 1996; Lay *et al.*, 2002). En efecto, una de las principales claves para que los lechones consigan aumentar la temperatura corporal es el consumo de calostro (Lay *et al.*, 2002; Malmkvist *et al.*, 2006; Quiles, 2018).

En los lechones de camadas de gran tamaño, la temperatura corporal baja más rápido, tanto si la tomamos a las primeras 2 horas de vida como si lo hacemos a las 24 primeras horas. Esto es un factor muy a tener en cuenta en el caso de las cerdas hiperprolíficas, ya que el peso más bajo de estos lechones los predispone a una hipotermia severa (Kammergaard, Pedersen y Jorgensen, 2011), lo cual compromete de manera importante su supervivencia. Asimismo, la ganancia de peso en lechones de camadas grandes durante el primer día de vida también es menor (Vasdal y Andersen, 2012).

Debemos tener en cuenta que no se trata únicamente de una cuestión de peso, sino también de la madurez fisiológica alcanzada por los lechones (Kammergaard, Pedersen y Jorgensen, 2011). Los lechones inmaduros tendrán más dificultades para desarrollar una capacidad de

termorregulación suficiente, así como para consumir el calostro necesario para ello (Amdi *et al.*, 2013).

Además, las hormonas tiroideas están implicadas en la termorregulación (Muns *et al.*, 2014). Un aumento del estrés en las cerdas durante la gestación puede alterar la función tiroidea de los lechones y su capacidad de termorregulación al nacimiento.

En un estudio de Malmkvist *et al.* (2006), un ligero calentamiento del suelo (alrededor de 33,5°C) durante las primeras 48 horas de vida demostró tener un efecto positivo en los lechones, ayudándolos a recuperar más rápidamente la temperatura corporal y reduciendo el tiempo hasta el encalostramiento, con lo que la tasa de mortalidad descendió. Este ligero calentamiento también ayudó a encalostrarse a una parte de los lechones (aproximadamente un tercio) que no lo habían hecho todavía pasadas las primeras 4 horas tras el parto. El incremento de la temperatura no pareció estresar a las cerdas en exceso, al contrario de lo que se esperaba. Estos resultados son confirmados por otro estudio, llevado a cabo por Andersen *et al.* (2016). Según sus resultados, la aplicación de un calor radiante durante un periodo relativamente corto de tiempo (primeras 4 horas de vida) es suficiente para reducir el brusco descenso inicial de temperatura del lechón recién nacido, y evitar así la hipotermia. Este calor ayuda en la evaporación del fluido amniótico en el que está envuelto el lechón cuando nace, de forma que el propio lechón necesita utilizar menos energía para evaporarlo.

5.9 Aplastamiento por la cerda

El aplastamiento de los lechones por parte de la cerda es una de las principales causas de mortalidad entre los recién nacidos. Esto supone un problema cuando se trata de alojamientos en jaulas de parto pero lo es todavía más en sistemas en los que las cerdas están sueltas (Damm, Forkman y Pedersen, 2005). Además, en el caso de las camadas grandes, se ven incrementados los aplastamientos de lechones que no han conseguido tetar eficientemente por la alta competición entre los compañeros de camada (Andersen, Nævdal y Bøe, 2011).

La mayoría de aplastamientos ocurren en el momento en el que la cerda pasa de estar de pie a tumbarse, o en aquellas ocasiones en las que la cerda gira sobre sí misma una vez tumbada (Damm, Forkman y Pedersen, 2005). Los factores relacionados con este fenómeno son, en la actualidad, motivo de diversos estudios.

En un estudio de Wischner *et al.* (2009) sobre la relación entre las reacciones posturales de las cerdas y el aplastamiento de los lechones, se encontraron diferencias posturales y de comportamiento entre las cerdas que aplastaban a alguno de sus lechones y las que no. Ya en

los días anteriores al parto, las cerdas que no aplastaron a ningún lechón mostraron diferencias en ciertos comportamientos: parecían más inquietas y presentaban una mayor frecuencia de cambio en las reacciones posturales. Además, mostraron mayor tendencia a construir nidos, hábito que resulta especialmente marcado a las 6-7 horas antes del parto. En la primera hora tras el parto, las cerdas que aplastaron a alguno de sus lechones giraron sobre sí mismas con mayor frecuencia, lo cual conlleva un mayor riesgo para los lechones. En las siguientes horas y días posteriores al parto, todas ellas giraron con una frecuencia similar. Sin embargo, aquellas que aplastaron a los lechones mostraron una mayor tendencia a permanecer tumbadas en posición ventral, mientras que aquellas que no aplastaron algún lechón pasaron más tiempo en posición lateral. Esto último es un factor favorable para los lechones durante las primeras horas de vida, ya que se reduce el riesgo de ser aplastados y favorece el acceso de los lechones a las tetas, de forma que pueden encalostrarse correctamente y tetar más cómodamente (Damm, Forkman y Pedersen, 2005; Wischner *et al.*, 2009).

Según un estudio realizado por Johnson *et al.* (2007) en cerdas en sistemas de alojamiento en libertad (sin jaulas), las cerdas que no aplastaron ningún lechón pasaron más tiempo pateando en la paja del alojamiento durante las primeras 72 horas tras el parto (5,2 min vs. 1,7 min). Al hacer esto, los lechones que se encuentran descansando y permanecen más ocultos, se ven obligados a volverse más activos, disminuyendo así el riesgo de aplastamiento.

Las cerdas con una mayor respuesta a los chillidos de los lechones aplastan a menos lechones que aquellas que no reaccionan. Esto está influenciado por diferentes factores, entre los que se encuentran el número de parto (las cerdas jóvenes reaccionan más que las viejas), el desarrollo del parto, el momento post-parto (las cerdas reaccionan más a 1 día de vida de los lechones que a los 19 días post-parto) o el ambiente de la cerda (Damm, Forkman y Pedersen, 2005). El estrés peri y post-parto en la cerda aumenta las probabilidades de aplastamiento de los lechones por parte de esta (Edwards, 2002).

El tipo de alojamiento también influye en la velocidad con la que la cerda se tumba (Damm, Forkman y Pedersen, 2005) y esto, a su vez, está relacionado con el riesgo de aplastamiento.

5.10 Alojamiento de la cerda

El diseño del alojamiento puede afectar de forma significativa la mortalidad en los lechones (Van Nieuwamerongen *et al.*, 2014)

La principal ventaja de los alojamientos en grupo en lactación con respecto a los alojamientos individuales es que se trata de una mejor oportunidad tanto para la cerda como para los

lechones de expresar sus comportamientos naturales. También supone una mejor adaptación de los lechones en el destete, debido a que estos aprenden a comer con la madre. En este tipo de sistema los lechones se encuentran en un medio en el que su interacción social con otras cerdas y camadas aumenta, lo cual debería suponer un factor positivo en su desarrollo natural. Sin embargo, este tipo de alojamientos también aumentan el riesgo de aplastamiento de los lechones por parte de la cerda (Van Nieuwamerongen *et al.*, 2014).

Según un estudio de Johnson *et al.* (2007), las camadas de cerdas que no aplastaron a sus lechones tuvieron una mayor mortalidad entre el día 4 y el destete. La mortalidad en las camadas de cerdas que aplastaron a los lechones fue superior solo en las primeras 72h tras el parto (Figura 14).

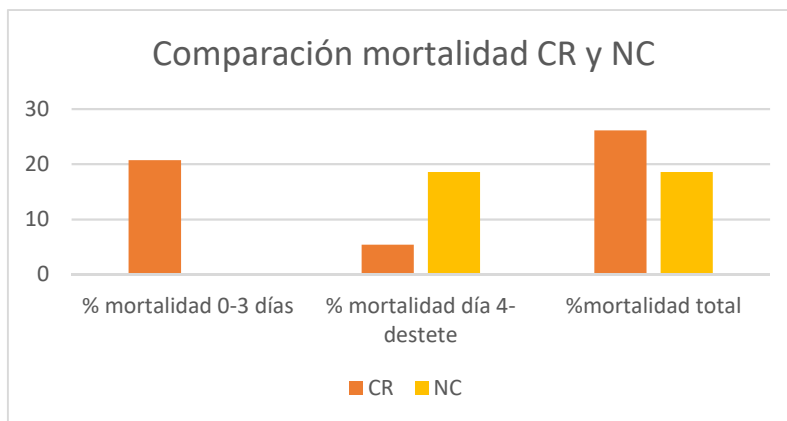


Figura 14. Porcentaje de mortalidad de los lechones de cerdas CR (que aplastaron a alguno de sus lechones) y NC (no aplastaron a ninguno de sus lechones). (Elaboración propia a partir de los datos del estudio de Johnson *et al.*, 2007)

Por otra parte, dejar a las cerdas la libertad de elegir el lugar para el parto puede aumentar el riesgo de mortalidad en los lechones (Van Nieuwamerongen *et al.*, 2014). Las jaulas de parto convencionales fueron diseñadas para prevenir el aplastamiento, restringir los movimientos de la cerda y proporcionar una zona aparte para los lechones (Muns, Nuntapaitoon y Tummaruk, 2016).

En cualquier caso, una mayor experiencia del personal en el tipo de sistema que se haya implantado puede resultar positivo para reducir la tasa de mortalidad (Van Nieuwamerongen *et al.*, 2014).

Según un estudio de Oliviero *et al.* (2008), el ambiente en el que está alojada la cerda tiene influencia en el parto y la posterior lactación. En este estudio, se demostró que las cerdas en jaulas de parto desde 1-2 semanas antes del parto tuvieron partos más largos (93 minutos más de media) y un mayor intervalo entre lechones que aquellas en paja.

En el estudio de Oliviero *et al.* (2008), las cerdas en jaulas de parto demostraron niveles de oxitocina más bajos. Esto podría explicarse por un aumento de la secreción de opioides (que inhiben la secreción de oxitocina) en las cerdas en jaulas, provocado por el confinamiento y la inactividad (Oliviero *et al.*, 2008). Además, en este mismo estudio se midieron niveles más altos de cortisol durante la lactación en aquellas cerdas alojadas en jaulas.

Por su parte, Muns *et al.* (2014) demostraron que los lechones de madres en jaulas tenían una mayor capacidad de termorregulación durante los primeros días de vida. Esto puede estar relacionado con que en las jaulas los lechones pudieran alcanzar las tetas de la cerda con mayor facilidad y consiguieran encalostrarse durante las primeras horas, lo cual es un factor a favor de su capacidad de termorregulación. El estrés de la cerda durante la gestación afecta a la función tiroidea de los lechones, por lo que su capacidad de termorregulación empeora (Muns *et al.*, 2014). Esto puede estar relacionado con el cambio de las madres a las jaulas de parto.

El cambio de las cerdas alojadas en grupo durante la gestación a jaulas de parto provoca un mayor estrés en estas cerdas que en aquellas ya alojadas en jaulas durante la gestación. Si este paso es además, tardío, provoca un estrés aún mayor en estas (Muns *et al.*, 2014). Todos estos datos, junto con otros estudios, plantean la necesidad de un periodo de adaptación más largo a la hora de mover a las cerdas a jaulas cuando se encuentran en este tipo de alojamientos en grupo (Muns *et al.*, 2014; Van Nieuwamerongen *et al.*, 2014).

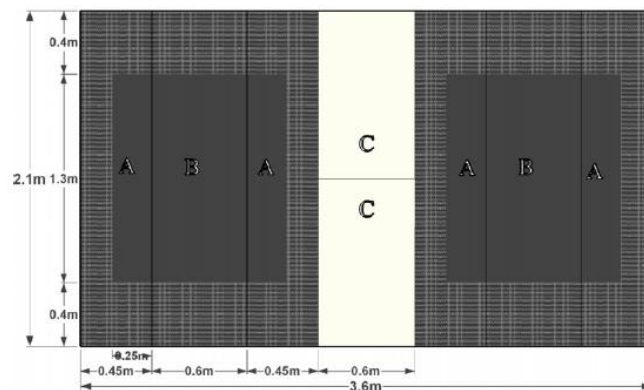
Algunos tipos de suelos pueden reducir el riesgo de aplastamiento por su influencia en el comportamiento de la cerda antes de tumbarse (Damm, Forkman y Pedersen, 2005). Esto se ve reflejado en un estudio de Gu *et al.* (2010), en el que se compara el típico suelo de rejilla de hierro con un tapiz de neopreno colocado en el espacio en el que se aloja la cerda y en la zona para lactación de los lechones. Mediante este estudio, los autores concluyeron que el neopreno puede ayudar a reducir la mortalidad, puesto que permite que exista una menor diferencia de temperatura entre los lechones y la superficie de contacto (beneficia la termorregulación de los lechones) y reduce la mortalidad por aplastamiento. En este tipo de suelo, las cerdas tardan más tiempo en realizar la transición entre estar de pie y tumbadas (lo cual indica también un mayor confort para la cerda) y como consecuencia, se reduce la probabilidad de que los lechones sean aplastados. Estos resultados concuerdan con los de un estudio de Boyle *et al.* (2000), en el que se concluyó que las cerdas alojadas en tapices tardaban más tiempo en pasar de estar de rodillas a tumbarse, momento en el cual se producen la mayor parte de los accidentes de aplastamiento.

El tipo de alojamiento en el que se encuentra la cerda también tiene una influencia significativa en el tiempo que tarda en tumbarse, siendo las cerdas alojadas en jaulas anchas las que más

tiempo se toman (18 segundos), mientras que las cerdas en jaulas estrechas o sistemas libres lo hacen más rápidamente (13 segundos y 12 segundos, respectivamente), aumentando así el riesgo de aplastamiento (Damm, Forkman y Pedersen, 2005).

Además, según el estudio de Gu *et al.* (2010), utilizando tapices de neopreno en la jaula (Figura 15) también se obtuvo una reducción de las lesiones en las patas de los lechones (frecuente en suelos rígidos) y una menor morbilidad de diarrea en los lechones. Estos son factores que interesa evitar, ya que aquellos lechones que presentan lesiones en las patas, así como los lechones que son afectados por otras enfermedades, presentan una menor ganancia de peso al destete (Johansen *et al.*, 2004). Por lo tanto, el estudio de Gu *et al.* (2010) concluye que la utilización de un suelo de neopreno ayuda a mejorar el bienestar de la cerda y de los lechones y a reducir la mortalidad de estos últimos.

Figura 15. Diagrama esquemático y medidas utilizadas en las jaulas de parto. El área gris representa el tapiz de neopreno y la malla el suelo de rejilla (A, área de lactación de los lechones; B, espacio para tumbarse para la cerda; C, área de descanso de los lechones) (Gu *et al.*, 2010)



En el estudio de Verhovsek, Troxler y Baumgartner (2007), las cerdas alojadas en jaulas de partos convencionales presentaron más lesiones en la piel y más heridas severas en las tetas. Esto ocurre por el roce con las patas posteriores debido a la restricción en el movimiento de levantarse/tumbarse. Por lo tanto, se concluye que el bienestar de estas cerdas se ve negativamente afectado en los sistemas convencionales.

5.11 Alimentación de la cerda

Aunque todavía queda un largo trabajo para llegar a definir el efecto de las distintas estrategias alimentarias en la posterior supervivencia de los lechones, se ha visto que ciertos cambios alimentarios en las cerdas pueden ayudar a reducir las altas tasas de mortalidad. A continuación, describiremos algunos estudios llevados a cabo por Nathalie Quiniou y su equipo (2005) en las estaciones experimentales de Romillé y Trinottières (Francia). En ellos se estudia tanto el formato en el que se administra la energía a las cerdas como la dinámica alimentaria de esta administración, jugando con periodos de sobrealimentación:

En un primer estudio en Romillé se analizan 2 lotes, recibiendo ambos la misma cantidad de alimento total durante la gestación, pero este es distribuido de diferente manera. El lote HAUT recibe una ración menor hasta el día 100 y una mayor ración (2,1 veces la ración de mantenimiento) los últimos 14 días de gestación (días 100-114), mientras que el lote STABLE recibe una mayor ración hasta el día 100 y menor cantidad durante los últimos 14 días (1,65 veces la ración de mantenimiento).

En este caso se vio que a pesar de que no había variación en la media de peso de los lechones de ambos grupos, la proporción de cerdas que necesitaron asistencia durante el parto fue significativamente menor en las madres del lote HAUT. Además, tal y como observamos en la Figura 16, en este lote también se obtuvo un mejor ritmo de parto hasta el 15º lechón, y una mayor vitalidad al nacimiento de los lechones (el 90-100% de los lechones tuvieron contacto con el flanco de la madre en la primera hora de vida, aunque no en todos los casos resultó ser con una tetina).

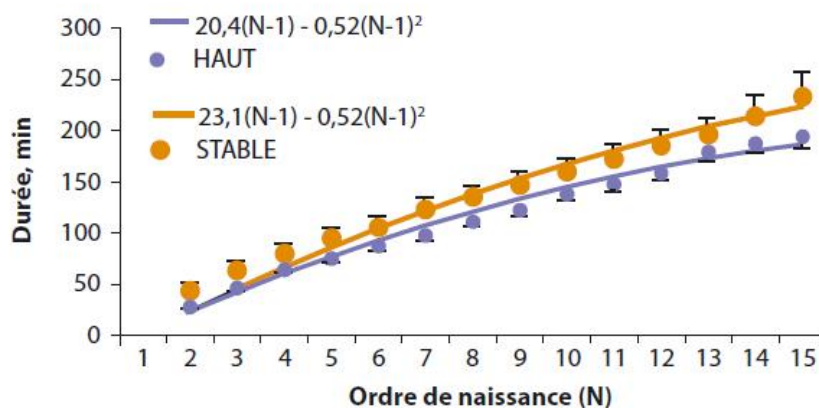


Figura 16. Tiempo transcurrido entre la expulsión de los lechones desde el nacimiento del primer lechón (Quiniou, 2005)

La producción de leche fue similar en ambos lotes.

Realizaron posteriormente un segundo estudio en otra estación experimental (Trinottières). En este caso, el estudio se realizó con 6 lotes de cerdas separadas en 3 bandas (STABLE, PLUS y HAUT) y en dos tipos de producción (al aire libre o en intensivo).

Las cerdas del plan STABLE y HAUT recibieron la misma cantidad total de comida, pero distribuida de forma diferente: el plan STABLE consiste en una ración constante hasta el día 114 mientras que las cerdas HAUT recibieron una ración disminuida entre el día 14 y 93 y 500 g/día más hasta el parto (días 93-114). Las cerdas del plan PLUS recibieron una ración constante hasta el día 93 y 500 g/día más hasta el parto, lo cual supone un 3% de alimento adicional sobre el resto. Estos mismos planes se repitieron tanto al aire libre como en la explotación interior,

aumentando en 0,81 kg de alimento al día la ración de las cerdas del lote al aire libre para compensar la diferencia de condiciones climáticas, puesto que el estudio se realiza en invierno.

Los resultados a los que se llegó fueron los siguientes: al igual que en el estudio en Romillé, el plan de alimentación no tuvo una influencia significativa en el peso de los lechones, pero en este caso, las camadas del plan HAUT al aire libre fueron más homogéneas. Como era de esperar, los lotes criados al aire libre tuvieron una mayor tasa de mortalidad.

En el caso de los lotes en interior, los lechones del plan HAUT presentaron una menor mortalidad, seguidos de aquellos del plan PLUS (por lo que los del plan STABLE fueron los de mayor mortalidad).

Además, el número total de lechones destetados fue mayor en los planes HAUT (tanto al aire libre como en interior) y se obtuvieron lechones de un mayor peso.

Posteriormente, realizaron un tercer estudio (Quiniou, 2010). En él, el objetivo fue analizar no solo la influencia de la sobrealimentación sino también el tipo de aporte energético utilizado.

Se trabajó con dos lotes, uno de ellos sobrealimentado al final de gestación (pero con un mismo aporte global) y el otro con una alimentación estable. Todas las cerdas presentaron una condición corporal similar.

En este caso, al igual que en los estudios anteriores, la sobrealimentación de las cerdas al final de la gestación no tuvo influencia en el tamaño de camada ni en el peso de los lechones. Sin embargo, sí que se encontraron diferencias en la facilidad de parto, traducido en un mayor porcentaje de partos sin necesidad de asistencia (84% de partos sin asistencia en cerdas sobrealimentadas al final de gestación frente al 71% en cerdas con una dieta estable) y en un menor tiempo de parto (medido hasta el 15º lechón). Además, en los lechones nacidos de madres con mayor aporte alimentario al final de gestación se evidenció un mayor vigor.

El interés de esta estrategia radica en cambiar la cinética alimentaria de las cerdas al final de la gestación, pero manteniendo un mismo aporte energético total durante esta. De lo contrario, un aporte alimentario global mayor daría lugar a cerdas más pesadas y engrasadas, lo cual no interesa porque pueden aumentar los problemas durante el parto.

Posteriormente, estudiaron el efecto de la modificación de la cantidad y de la naturaleza energética durante los últimos 10 días de gestación: Al igual que en los estudios anteriores, la sobrealimentación a final de gestación contribuyó a una menor duración del parto. Sin embargo,

en este caso no se observó ninguna diferencia en la supervivencia de los lechones (posiblemente debido a que sea un aporte demasiado tardío para poder influir sobre estos).

Cuando esta modificación de la naturaleza energética se realizó a partir del principio del 2º tercio de gestación (día 35), en aquellos lechones cuyas madres habían recibido el aporte energético en forma de lípidos (aceite de colza) la temperatura corporal disminuyó más lentamente que en las camadas de aquellas que recibieron almidón. Esto se tradujo en una reducción de la tasa de mortalidad pre-destete en estos lechones. En este caso tampoco hubo diferencias en el peso de los lechones al nacimiento.

De estos estudios se extraen interesantes conclusiones sobre el efecto de la alimentación en las cerdas gestantes, especialmente para el caso de las cerdas hiperprolíficas. Un mayor aporte alimentario durante las últimas 2 o 3 semanas de gestación ayuda a reducir la duración del parto, reduciendo el riesgo de asfixia durante el parto, lo que permite una menor necesidad de asistencia. Esto supone una ventaja, especialmente en granjas en las que hay una menor presencia de personal y asistencia durante los partos. Además, este aporte a la cerda también mejora la vitalidad de los lechones, lo cual puede reducir el tiempo que estos tardan en encalostrarse por primera vez.

Cabe remarcar que no se trata de la necesidad de un mayor aporte alimentario, sino de un cambio en la gestión de este aporte, reduciendo la ración desde el día 40 hasta el día 93-100 de gestación y aumentándola durante las últimas semanas. Así, se evita un excesivo engrasamiento de las cerdas y se minimizan los problemas en el parto que pudieran derivarse de ello.

El formato energético del aporte alimentario de la cerda gestante resulta otra herramienta para mejorar la supervivencia de los lechones, mediante la incorporación de lípidos en la ración en forma de aceite. Se debe tratar de un aporte temprano (durante los dos segundos tercios de gestación). Un aporte de un 5% de aceite en la ración mejora la termorregulación de los lechones tras el parto, aumentando así sus posibilidades de supervivencia.

Por lo tanto, según estos estudios, a pesar de que estos cambios alimentarios no tengan ningún efecto en el tamaño de la camada ni en el peso de los lechones, sí que puede resultar positivo en su supervivencia por su influencia en otros factores relacionados con esta.

Un estudio realizado por Mallmann *et al.* (2018) en el que se contemplaron los efectos de un aumento de ración al final de gestación (día 90 a 112) revela unos resultados similares, no encontrando ninguna diferencia en el peso de los lechones al nacimiento en cerdas sobrealimentadas al final de gestación (2,2 kg de alimento por día) frente a cerdas alimentadas

con una ración estándar (1,8 kg alimento/ día). En él, las cerdas sobrealimentadas presentaron un mayor peso en el momento del parto y un menor consumo de pienso durante la gestación.

También el estudio de Lawlor *et al.* (2007) sobre el efecto de la sobrealimentación en distintos momentos concuerda con estos resultados. Partiendo de una ración base de 30 mJ/día durante toda la gestación, buscaban conocer el efecto del aumento de la ración a 60 mJ/día entre los días 25 y 50 de gestación y entre los días 25 y 80 de gestación, así como el efecto del aumento de la ración a 45 mJ/día entre el día 80 y 112 de gestación. En este estudio, tampoco se observó una variación del peso de los lechones en ninguno de los grupos. Además, se produjo un mayor número de mortinatos cuando las cerdas fueron suplementadas entre el día 50 y 80 de gestación.

Sin embargo, según Campos *et al.* (2012), existe una relación positiva entre el peso al nacimiento y el consumo de energía de las cerdas a lo largo de la gestación, aunque parece que un aumento al final de la gestación apenas tiene influencia en el peso al nacimiento. Además, este mismo estudio remarca los efectos negativos que una restricción de proteína al inicio de la gestación tiene en el crecimiento de los fetos, posiblemente debido a alteraciones en la placenta y reducción del aporte placentario para los fetos.

En un estudio de Van Den Brand *et al.* (2009) descubrieron que la inclusión en la dieta de cierta cantidad de dextrosa y lactosa parece disminuir la variación de peso dentro de la camada y aumentar ligeramente el peso de los lechones al nacimiento. Para ello, se administró una dieta isocalórica (25 g/kg dextrosa más 25 g/ kg lactosa) en la última semana de gestación y una dieta comercial con un suplemento de 150 gramos de dextrosa y 150 gramos de lactosa por día durante el periodo destete-estro. En estas cerdas, las camadas fueron más homogéneas que en aquellas alimentadas únicamente con una dieta comercial. Según estos autores, esto podría explicarse por un aumento en la secreción de LH (debido al aumento de insulina e IGF-I), que provocaría el desarrollo de los folículos más grandes y una población folicular más uniforme. Además, en aquellas cerdas que recibieron dicha alimentación con lactosa y dextrosa, el peso total de la camada al nacimiento aumentó un 7,5% (alrededor de 80 gramos por lechón).

Por lo tanto, y aunque aún se trata de un tema en el que es necesario seguir investigando, la alimentación de la cerda durante la gestación e incluso antes es de gran importancia para conseguir los mejores resultados posibles durante el parto y mejorar la posterior supervivencia de los lechones.

6. CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

Conclusiones

1. El tamaño de camada afecta de manera importante a la supervivencia de los lechones, debido a que influye en el peso, aumenta la competición entre los compañeros de camada y aumenta la probabilidad de lechones con RCIU.
2. Las capacidades fisiológicas de la cerda son limitadas. Es decir, su capacidad uterina y placentaria, el número de tetas y la capacidad de producción de calostro son limitadas, por lo que cuanto mayor es la camada, menor son los recursos disponibles para cada lechón.
3. La alimentación de la cerda es un factor de vital importancia de cara a la supervivencia de los lechones. Es necesario un aporte suficiente de proteína al inicio de la gestación para asegurar un correcto desarrollo placentario. Las cerdas deben llegar en una condición corporal adecuada al parto para que este se desarrolle lo más rápido posible y disminuir la asfixia durante el parto. Parece que es interesante incluir un aporte de un 5% de aceite en la ración, con el objetivo de mejorar la termorregulación de los lechones al nacimiento.
4. El diseño del alojamiento puede afectar a la mortalidad de los lechones por su influencia en factores como el parto o el aplastamiento, así como también interviene en el bienestar de las cerdas y sus lechones.
5. En el escenario actual de la producción porcina, es necesario reducir la mortalidad de los lechones, no solo por cuestiones técnico-económicas sino también por una cuestión de bienestar animal y por su influencia en la percepción social de los consumidores sobre la industria porcina.

Conclusions

1. Litter size significantly affects piglet survival by influencing weight, increasing competition between littermates and increasing the likelihood of piglets with IUGR.
2. The physiological capabilities of the sow are limited. That is, its uterine and placental capacity, the number of teats and colostrum production capacity are limited, so the larger the litter, the fewer resources available for each piglet.
3. Sow feeding is a vitally important factor in the survival of the piglets. A sufficient supply of protein is necessary at the beginning of gestation to ensure proper placental development. Sows should arrive in a suitable body condition at farrowing so that this develops as quickly as possible

and intrapartum asphyxiation is reduced. It seems interesting to include a 5% oil supply in the ration, with the aim of improving the piglets' thermoregulation at birth.

4. Housing design can affect piglet mortality through its influence on factors such as farrowing or crushing, as well as being involved in the welfare of both sows and their piglets.

5. In the current scenario of pig production, there is a need to reduce piglet mortality, not only because of technical-economic issues but also because of an animal welfare issue and its influence on consumers' social perception of the pig industry.

7. VALORACIÓN PERSONAL

A pesar de la necesidad del cambio en el planteamiento inicial debido a la imposibilidad de realizar la parte práctica en la situación de crisis sanitaria de la COVID-19, he obtenido conclusiones muy positivas de este trabajo. Por una parte, me ha enseñado a realizar una búsqueda detenida y detallada de información sobre un tema, y a unificar información proveniente de distintas fuentes. He comprendido la importancia de contrastar la información obtenida y a cribar los artículos necesarios para obtener mi objetivo. Además, he aprendido a hacer bibliografía en estilo Harvard y he conocido la estructura que un buen trabajo científico requiere.

Por otra parte, y aunque creo que hubiera sido más interesante contrastar la información bibliográfica obtenida con mis propios resultados, he adquirido muchos conocimientos sobre la problemática de la mortalidad en los lechones, he comprendido mejor lo que supone trabajar con madres hiperprolíficas y he podido profundizar en la situación actual de las cifras en el sector porcino español y danés.

Me gustaría terminar agradeciéndoles a mis tutores, Emilio Magallón Botaya y José Luis Olleta Castañer, su enorme disponibilidad en todo momento, su ayuda y la transmisión de conocimientos, toda su paciencia y el cariño con el que me han tratado en todo momento. Su experiencia y sus palabras me han tranquilizado siempre mucho, incluso ante el cambio de planes en la circunstancia que nos ha tocado vivir.

8. BIBLIOGRAFÍA

Alonso-Spilsbury, M., Ramírez-Necoechea, R., González-Lozano, M., Mota-Rojas, D. y Trujillo-

orteg, M. E. (2007) "Piglet survival in early lactation: a review", *Journal of animal and veterinary advances*, pp. 76-86. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DJ2012071989> [Consultado 25-04-2020]

Amdi, C., Krogh, U., Flummer, C., Oksbjerg, N., Hansen, C. F. y Theil, P. K. (2013) "Intrauterine growth restricted piglets defined by their head shape ingest insufficient amounts of colostrum", *Journal of Animal Science*, 91(12), pp. 5605-5613. DOI: 10.2527/jas.2013-6824.

Andersen, I. L., Nævdal, E. y Bøe, K. E. (2011) "Maternal investment, sibling competition, and offspring survival with increasing litter size and parity in pigs (*Sus scrofa*)", *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 65(6), pp. 1159-1167. DOI: 10.1007/s00265-010-1128-4.

Andersen, H. M. L. y Pedersen, L. J. (2016) "Effect of radiant heat at the birth site in farrowing crates on hypothermia and behaviour in neonatal piglets", *Animal*, 10(1), pp. 128-134. DOI: 10.1017/S1751731115001913.

Banco de Datos del Porcino español (BDPorc), 2020.

Björkman, S., Oliviero, C., Rajala-Schultz, P. J., Soede, N. M. y Peltoniemi, O. A. T. (2017) "The effect of litter size, parity and farrowing duration on placenta expulsion and retention in sows", *Theriogenology*. Elsevier Ltd, 92, pp. 36-44. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2017.01.003.

Boyle, L. A., Leonard, F. C., Lynch, P. B. y Brophy, P. (2000) "The effect of mats on the welfare of sows and piglets in the farrowing house", *Animal Welfare*, 9(1), pp. 39-48. DOI: 10.1017/s0308229600033237.

Campos, P. H. R. F., Silva, B. A. N., Donzele, J. L., Oliveira, R. F. M. y Knol E. F. (2012) "Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: A review", *Animal*, 6(5), pp. 797-806. DOI: 10.1017/S1751731111002242.

Damm, B. I., Forkman, B. y Pedersen, L. J. (2005) "Lying down and rolling behaviour in sows in relation to piglet crushing", *Applied Animal Behaviour Science*, 90(1), pp. 3-20. DOI: 10.1016/j.applanim.2004.08.008.

Danish Pig Research Centre (SEGES), 2018.

Declerck, I., Sarrazin, S., Dewulf, J. y Maes D. (2017) "Sow and piglet factors determining variation of colostrum intake between and within litters", *Animal*, 11 (8), pp. 1336-1343. DOI: 10.1017/S1751731117000131

- Devillers, N., LeDivich, J., Farmer, C., Mounier, A. M., Lefebvre, M. y Prunier, A. (2005) "Origine et conséquences de la variabilité de la production de colostrum par la truie et de la consommation de colostrum par les porcelets", *Journée Recherche Porcine*, 37(1), pp. 435-442. Disponible en: <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2005/05Conduite/c0503.pdf> Consultado [05-08-2020]
- Devillers, N., Farmer, C., Le Divich, J. y Prunier, A. (2007) "Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs", *Animal*, 1, pp. 1033-1041. DOI: 10.1017/S175173110700016X.
- Devillers, N., Le Dividich, J. y Prunier, A. (2011) "Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity", *Animal*, 5(10), pp. 1605-1612. DOI: 10.1017/S175173111100067X.
- Edwards, S. A. (2002) "Perinatal mortality in the pig: Environmental or physiological solutions?", *Livestock Production Science*, 78(1), pp. 3-12. DOI: 10.1016/S0301-6226(02)00180-X.
- Fraser, D. y Rushen, J. (1992) "Colostrum intake by newborn piglets", *Canadian Journal of Animal Science*, 72(1), pp. 1-13. DOI: 10.4141/cjas92-001
- Giraud, A., Le Treut, Y., Chevaux, E. y Martineau, G. P. (2011) "Les métabolites du sang ombilical sont des bons indicateurs de la vitalité des porcelets issus des truies hyperprolifiques", *Journée Recherche Porcine*, 43 (1), pp. 289-290. Disponible en: <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2011/sante/PS5.pdf> Consultado [28-04-2020]
- Gu, Z., Xin, H., Wang, C., Shi, Z., Liu, Z., Yang, F., Lin, B., Wang, C. y Li, B. (2010) "Effects of neoprene mat on diarrhea, mortality and foreleg abrasion of pre-weaning piglets", *Preventive Veterinary Medicine*. Elsevier B.V., 95(1-2), pp. 16-22. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2010.03.011.
- Hales, J., Moustsen, V. A., Nielsen, M. B. F. y Hansen, C. F. (2013) "Individual physical characteristics of neonatal piglets affect preweaning survival of piglets born in a noncrated system", *Journal of Animal Science*, 91(10), pp. 4991-5003. DOI: 10.2527/jas.2012-5740.
- Herpin, P., Le Dividich, J. y Amaral, N. (1993) "Effect of selection for lean tissue growth on body composition and physiological state of the pig at birth.", *Journal of animal science*, 71(10), pp. 2645-2653. DOI: 10.2527/1993.71102645x.
- Herpin, P., Le Divich, J., Hulin, J. C., Fillaut, M., De Marco, F. y Bertin, R. (1996) "Effects of the level of asphyxia during delivery on viability at birth and early postnatal vitality of newborn pigs", *Journal of Animal Science*, 74(9), pp. 2067-2075. DOI: 10.2527/1996.7492067x
- Herpin, P., Damon, M. y Le Dividich, J. (2002) "Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs", *Livestock Production Science*, 78(1), pp. 25-45. DOI: 10.1016/S0301-

6226(02)00183-5.

Hrupka, B. J., Leibbrandt, V. D., Crenshaw, T. D. y Benevenga, N. J. (2000) "The effect of thermal environment and age on neonatal pig behavior", *Journal of Animal Science*, 78(3), pp. 583-591. DOI: 10.2527/2000.783583x.

Johansen, M., Alban, L., Dodensig Kjaersgard, H. y Baekbo, P. (2004) "Factors associated with suckling piglet average daily gain", *Preventive Veterinary Medicine*, 63(1-2), pp. 91-102. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2004.01.011.

Johnson, A. K., Morrow, J. L., Dailey, J. W. y McGlone, J. J. (2007) "Prewaning mortality in loose-housed lactating sows: Behavioral and performance differences between sows who crush or do not crush piglets", *Applied Animal Behaviour Science*, 105(1-3), pp. 59-74. DOI: 10.1016/j.applanim.2006.06.001.

Kammersgaard, T. S., Pedersen, L. J. y Jorgensen, E. (2011) "Hypothermia in neonatal piglets: Interactions and causes of individual differences", *Journal of Animal Science*, 89(7), pp. 2073-2085. DOI: 10.2527/jas.2010-3022.

Labroue, F., Caugant, A., Ligonesche, B. y Gaudré, D. (2001) "Étude de l'évolution des tetines d'apparence douteuse chez la cochette au cours de sa carrière", *Journées de Recherche Porcine*, (33), pp. 145-150. Disponible en: <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2001/01txtGenetique/G0106.pdf> [Consultado 24-08-2020]

Langendijk, P. y Plush, K. (2019) "Parturition and its relationship with stillbirths and asphyxiated piglets", *Animals*, 9(11), pp. 1-12. DOI: 10.3390/ani9110885.

Lawlor, P. G., Lynch, P. B., O'Connell, M. K., McNamara, L., Reid, P. y Stickland, N. C. (2007) "The influence of over feeding sows during gestation on reproductive performance and pig growth to slaughter", *Archiv fur Tierzucht*, (50), pp. 82-91. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/228660525_The_influence_of_over_feeding_sows_during_gestation_on_reproductive_performance_and_pig_growth_to_slaughter [Consultado 25-08-2020]

Lay, D. C. Jr., Matteri, R. L., Carroll, J. A., Fangman, T. J., Safranski y T. J. (2002) "Prewaning survival in swine", *Journal of Animal Science*, 80(E-suppl_1), pp. E74-E86. DOI: 10.2527/animalsci2002.0021881200800ES10011x.

Le Divich, J., Mormède, P., Catheline, M. y Caritez, J. C. (1991). "Body composition and cold resistance of the neonatal pig from european (Large White) and chinese (Meishan) breeds", *Biol Neonate*, 59 (5), pp. 268-277. DOI: 10.1159/000243360

Mallmann, A. L., Betiolo, F. B., Camilloti, E., Mellagi, A. P. E., Ulguim, R. R., Wentz, I., Bernardi, M.L., Gonçalves, M. A. D., Kummer, R. y Bortolozzo, F. P. (2018) "Two different feeding levels during late gestation in gilts and sows under commercial conditions: Impact on piglet birth weight and female reproductive performance", *Journal of Animal Science*, 96(10), pp. 4209-4219. DOI: 10.1093/jas/sky297.

Malmkvist, J., Pedersen, L. J., Damgaard, B. M., Thodberg, K., Jorgensen, E. y Labouriau, R. (2006) "Does floor heating around parturition affect the vitality of piglets born to loose housed sows?", *Applied Animal Behaviour Science*, 99(1-2), pp. 88-105. DOI: 10.1016/j.applanim.2005.10.007.

Martín, D., Sheik Al Ard, M. y Magallón, E. (2017). "Manejo de la cerda primeriza hiperprolífica", *Suis*, 143, pp. 28-32

McGlone, J. J., Vines, B., Rudine, A. C. y DuBois, P. (2004) "The physical size of gestating sows", *Journal of Animal Science*, 82(8), pp. 2421-2427. DOI: 10.2527/2004.8282421x.

Muns, R. (2013) "*Welfare and management strategies to reduce pre-weaning mortality in piglets*". Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

Muns, R., Manzanilla E. G., Manteca, X. y Gasa, J. (2014) "Effect of gestation management system on gilt and piglet performance", *Animal Welfare*, 23(3), pp. 343-351. DOI: 10.7120/09627286.23.3.343.

Muns, R., Nuntapaitoon, M. y Tummaruk, P. (2016) "Non-infectious causes of pre-weaning mortality in piglets", *Livestock Science*. Elsevier, 184, pp. 46-57. DOI: 10.1016/j.livsci.2015.11.025.

Oliviero, C., Heinonen, M., Valros, A., Hälli, O. y Peltoniemi, O. A. T. (2008) "Effect of the environment on the physiology of the sow during late pregnancy, farrowing and early lactation", *Animal Reproduction Science*, 105(3-4), pp. 365-377. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2007.03.015.

Oliviero, C., Junnikkala, S. y Peltoniemi, O. (2019) "The challenge of large litters on the immune system of the sow and the piglets", *Reproduction in Domestic Animals*, 54(S3), pp. 12-21. DOI: 10.1111/rda.13463.

Olsson, A. C., Botermans, J. y Englund, J. E. (2018) "Piglet mortality—A parallel comparison between loose-housed and temporarily confined farrowing sows in the same herd", *Acta*

Agriculturae Scandinavica, Section A- Animal Science) 68(1), pp. 52-62. DOI: 10.1080/09064702.2018.1561934.

Panzardi, A., Bernardi, M. L., Mellagi, A. P., Bierhals, T., Bortolozzo F. P. y Wentz, I. (2013) "Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning", *Preventive Veterinary Medicine*. Elsevier B.V., 110(2), pp. 206-213. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2012.11.016.

Quesnel, H., Farmer, C. y Devillers, N. (2012) "Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation", *Livestock Science*, 146(2-3), pp. 105-114. DOI: 10.1016/j.livsci.2012.03.010.

Quiles, A. (2018) "Importancia del calostro en la termorregulación del lechón". Disponible en: http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/19/cys_19_Importancia_del_calostro.pdf. Consultado [25-04-2020]

Quiniou, N. (2005) "Influence de la quantité d'aliment allouée à la truie en fin de gestation sur le déroulement de la mise bas , la vitalité des porcelets et les performances de lactation", *Journée Recherche Porcine*, 37, pp. 187-194. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/6053/d95cb07285dc9424efedb724ea15e0510d79.pdf?_ga=2.228073883.722041121.1597999953-884532496.1597999953 Consultado [05-08-2020]

Quiniou, N. (2010) «Conduite des porcelets issus de l'hyperprolificité», *TechniPorc*, 33, pp. 15-25. Disponible en: <https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/tp2quiniou10.pdf> Consultado [05-08-2020]

Rootwelt, V., Reksen, O., Farstad, W. y Framstad, T. (2013) "Postpartum deaths: Piglet, placental, and umbilical characteristics", *Journal of Animal Science*, 91(6), pp. 2647-2656. DOI: 10.2527/jas.2012-5531.

Rutherford, K. M. D., Baxter, E. M., Ask, B., Berg, P., D'Eath, R. B., Jarvis, S., Jensen, K. K., Lawrence, A. B., Moustsen, V. A., Robson, S. K., Thorup, F., Turner, S. P. y Sandøe, P. (2011) "The ethical and welfare implications of large litter size in the domestic pig challenges and solutions", Danish Centre for Bioethics and Risk Assessment (CeBRA), Proyecto Nº 17. Disponible en: [https://ifro.ku.dk/medarbejdere/?pure=da%2Fpublications%2Fthe-ethical-and-welfare-implications-of-large-litter-size-in-the-domestic-pig\(fcb4898b-2dba-4b0d-8e9f-7bbb9d81368d\).html](https://ifro.ku.dk/medarbejdere/?pure=da%2Fpublications%2Fthe-ethical-and-welfare-implications-of-large-litter-size-in-the-domestic-pig(fcb4898b-2dba-4b0d-8e9f-7bbb9d81368d).html) Consultado [05-05-2020]

Sacy, A., Le Treut, Y., Schmidely, P. y Chevaux, E. (2010) "Caractérisation de l'immaturation des

porcelets à la naissance”, *Journées Recherche Porcine*, (1), pp. 359-360. Disponible en: <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2010/sante/PS5.pdf> Consultado [30-04-2020]

Santomá, G. y Pontes, M. (2011) “¿Qué Medidas Nutricionales Tomar Ante La Productividad De La Cerda Actual? 1ª Parte. Curso De Especialización Fedna”, *Nutrición ante la productividad de la cerda actual*, 27, pp. 169-225. Disponible en: http://fundacionfedna.org/sites/default/files/11Cap_VIII_0.pdf Consultado [09-05-2020]

Van Den Brand, H., Van Enkevort, L. C. M., Van der Hoeven, E. M y Kemp, B. (2009) “Effects of dextrose plus lactose in the sows diet on subsequent reproductive performance and within litter birth weight variation”, *Reproduction in Domestic Animals*, 44(6), pp. 884-888. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2008.01106.x.

Van Nieuwamerongen, S. E., Bolhuis, J. E., van der Peet-Schwering, C. M. C. y Soede, N. M. (2014) “A review of sow and piglet behaviour and performance in group housing systems for lactating sows”, *Animal*, 8(3), pp. 448-460. DOI: 10.1017/S1751731113002280.

Vasdal, G., Ostensen, I., Melisová, M., Bozdechová, B., Illmann, G. y Andersen I. L. (2011) “Management routines at the time of farrowing-effects on teat success and postnatal piglet mortality from loose housed sows”, *Livestock Science*, 136(2-3), pp. 225-231. DOI: 10.1016/j.livsci.2010.09.012.

Vasdal, G. y Andersen, I. L. (2012) “A note on teat accessibility and sow parity - consequences for newborn piglets”, *Livestock Science*. Elsevier B.V., 146(1), pp. 91-94. DOI: 10.1016/j.livsci.2012.02.005.

Verhovsek, D., Troxler, J. y Baumgartner, J. (2007) “Peripartur behaviour and teat lesions of sows in farrowing crates and in a loose-housing system”, *Animal Welfare*, 16(2), pp. 273-276. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/233701039_Peripartur_behaviour_and_teal_lesions_of_sows_in_farrowing_crates_and_in_a_loose-housing_system [Consultado 21-08-2020]

Wischner, D., Kemper, N., Stamer, E., Hellbrügge, B., Presuhn, U. y Krieter, J. (2009) “Characterisation of sows’ postures and posture changes with regard to crushing piglets”, *Applied Animal Behaviour Science*, 119(1-2), pp. 49-55. DOI: 10.1016/j.applanim.2009.03.002.